



DEU
2336

HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

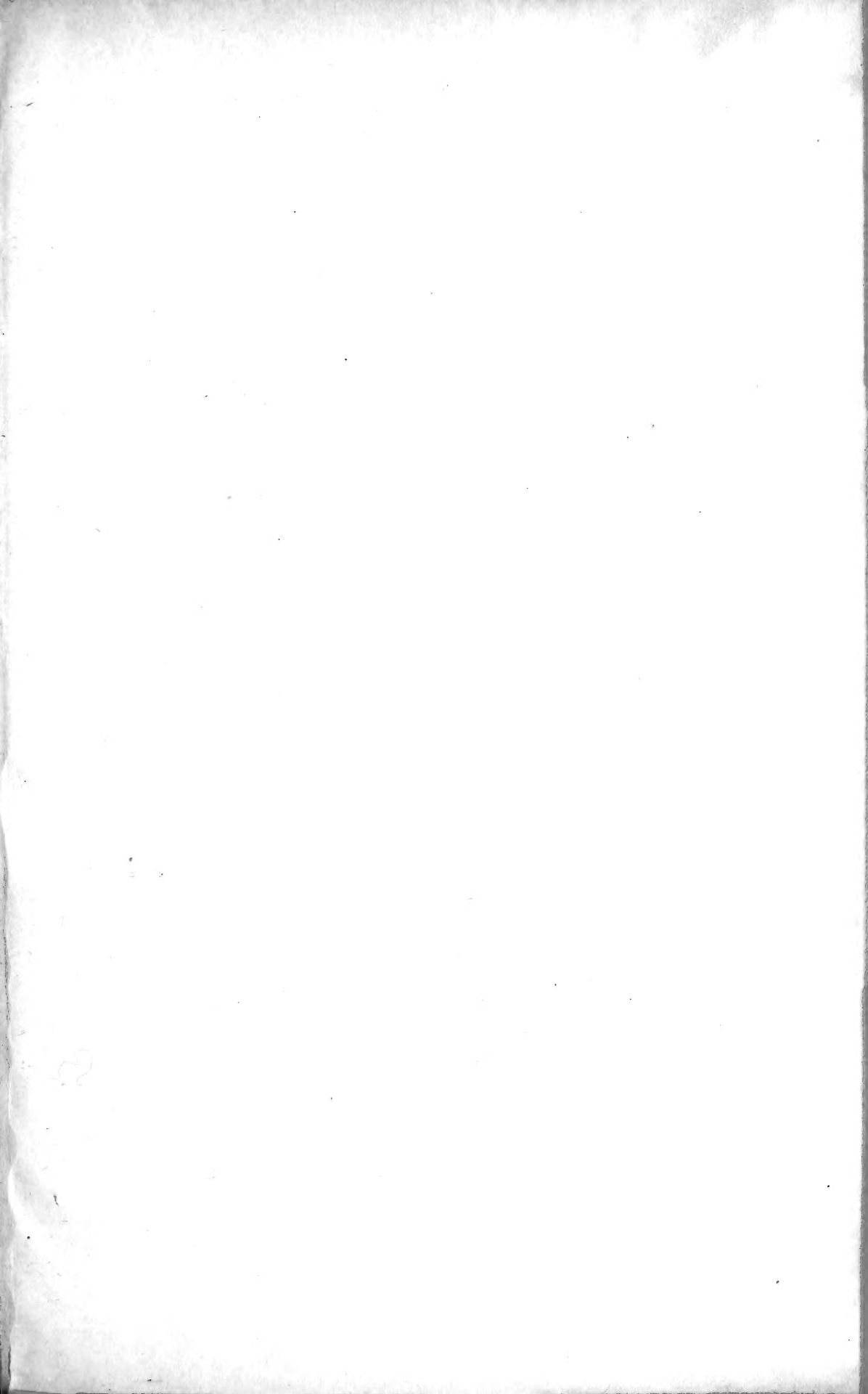
OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

12,755

Bought

August 20, 1913 - October 17, 1914







5337
AUG 20 1913

12755

Verhandlungen
der
Deutschen Zoologischen Gesellschaft

auf der
dreiundzwanzigsten Jahresversammlung
zu Bremen, vom 13. bis 15. Mai 1913.

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben

von

Prof. Dr. A. Brauer

Schriftführer der Gesellschaft.

Mit 1 Tafel und 87 Figuren im Text.

Berlin

In Kommission bei W. Junk
1913.

A

11-

Aug 20 1913

Verhandlungen
der
Deutschen Zoologischen Gesellschaft

auf der
dreißundzwanzigsten Jahresversammlung
zu Bremen, vom 13. bis 15. Mai 1913.

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben

von
Prof. Dr. A. Brauer
Schriftführer der Gesellschaft.

Mit 1 Tafel und 87 Figuren im Text.

Berlin
In Kommission bei W. Junk
1913.

172
4.11.1898

Anwesende.

Vorstand: Prof. KORSCHOLT (Marburg), Vorsitzender, Prof. ZSCHOKKE (Basel) und Prof. HEIDER (Innsbruck), stellvertretende Vorsitzende, Prof. BRAUER (Berlin), Schriftführer.

Mitglieder: Dr. ALVERDES (Marburg), Dr. BECHER (Gießen), Prof. VAN BEMMELEN (Groningen), Prof. BORGERT (Bonn), Prof. BRESSLAU (Straßburg), Prof. BRÜEL (Halle), Prof. v. BUTTEL-REEPEN (Oldenburg), Dr. L. COHN (Bremen), Prof. DEEGENER (Berlin), Dr. DEMOLL (Gießen), Dr. DUNCKER (Bremen), Dr. ERHARD (München), Prof. ESCHERICH (Tharandt), Dr. FRIESE (Schwerin), Prof. FRITZE (Hannover), Prof. HARTLAUB (Helgoland), Dr. HARTMEYER (Berlin), Dr. HASE (Jena), Prof. HEINCKE (Helgoland), Dr. HENTSCHEL (Hamburg), Dr. HILGER (Essen), Dr. HIRSCH (Jena), Dr. HOFFMANN (Basel), HOLTZINGER-TENEVER (Bremen), Prof. HEYMONS (Berlin), Prof. JANSON (Cöln), Dr. JOLLOS (Berlin), Prof. KRAEPELIN (Hamburg), Dr. KRÜGER (Berlin), Dr. KÜHN (Freiburg), Prof. LIST (Darmstadt), Prof. LOHMANN (Hamburg), Prof. LUDWIG (Bonn), Prof. LÜHE (Königsberg), Dr. MARCUS (Hamburg), Dr. MARTINI (Hamburg), Prof. MEISENHEIMER (Jena), Dr. MERTON (Heidelberg), Prof. MICHAELSEN (Hamburg), Dr. NIEDEN (Berlin), Dr. PAPPENHEIM (Berlin), Dr. PRELL (Tharandt), Dr. REH (Hamburg), Prof. REIBISCH (Kiel), Dr. ROEWER (Bremen), Prof. SCHAUINSLAND (Bremen), Dr. SCHRÖDER (Heidelberg), Dr. SCHUBOTZ (Hamburg), Dr. SCHULZE (Berlin), Prof. SCHWANGART (Neustadt-Hardt), Prof. SPENGEL (Gießen), Prof. STEMPELL (Münster), Dr. STEYER (Lübeck), Dr. STRODTMANN (Wilhelmsburg), Dr. THIENEMANN (Münster), Prof. VANHÖFFEN (Berlin), Prof. VERSLUYS (Gießen), Dr. VOSS (Göttingen), Dr. WEBER (Cassel), Prof. WILHELMI (Berlin).

Gäste: ALFKEN (Bremen), BORCHERDING (Bremen), Prof. BORRMANN (Bremen), BRAKENHOFF (Bremen), BRINKMANN (Bremen), Dr. BÜCHNER (Bremen), Frau DEEGENER (Berlin), Prof. EHRENBAUM (Hamburg), Prof. G. ENTZ jr. (Budapest), Dr. FOERSTER (Gießen), Frl. G. FRITZE (Hannover), Dr. HAECKEL (Bremen), Prof. HÄPKE (Bremen), Dr. HASPER (Altona), Prof. HATTA (Tokio), HEINZE (Berlin), Dr. HELFER (Bonn),

Prof. HERGT (Bremen), Frau HEYMONS (Berlin), Dr. KOHLWEG (Bremen), Dr. KRUG (Bremen), Dr. LEMMERMANN (Bremen), v. LENGERKEN (Berlin), Frau MERTON (Heidelberg), MESSER (Bremen), Fr. PAULY (Berlin), Fr. PFÄHLER (Göttingen), PFANKUCH (Bremen), Fr. v. PRONDZYNSKI (Berlin), SCHECHTEL (Lemberg), Frau SCHRÖDER (Heidelberg), Dr. SCHÜTTE (Bremen), VIETS (Bremen), Dr. WEBER (Bremen), Dr. WEISSENBORN (Bremen), WOLFF (Bremen), Fr. Dr. ZUELZER (Berlin).

Tagesordnung,

zugleich eine Übersicht über den Verlauf der Versammlung.

Montag, den 12. Mai, 6 $\frac{1}{2}$ Uhr: Vorstandssitzung.

8 Uhr: Begrüßung und gesellige Zusammenkunft der Teilnehmer in der Jacobi-Halle.

Dienstag, den 13. Mai, 9—11 $\frac{1}{2}$ Uhr: Erste Sitzung.

1. Eröffnung der Versammlung durch den Herrn Vorsitzenden.
2. Begrüßung durch Herrn Prof. SCHAUINSLAND im Namen E. H. Senats und des Städtischen Museums.
3. Geschäftsbericht des Schriftführers.
4. Wahl der Revisoren.
5. Referat des Herrn Prof. MEISENHEIMER: Äußere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen.

11 $\frac{1}{2}$ —1 Uhr: Besichtigung des Städtischen Museums unter Führung des Herrn Prof. SCHAUINSLAND.

Nachmittags 3—4 $\frac{1}{2}$ Uhr: Zweite Sitzung.

Vorträge der Herren Dr. THIENEMANN, Prof. SPENGEL, Dr. HARTMEYER und Dr. KRÜGER.

5 Uhr: Fahrt auf der Weser bis Vegesack und zurück. Nachher Spaziergang durch den Bürgerpark und Zusammenkunft in der Meierei.

Mittwoch, den 14. Mai, 9—12 $\frac{1}{2}$ Uhr: Dritte Sitzung.

1. Wahl des nächsten Versammlungsorts.
2. Provisorische Vorstandswahl.
3. Beratung über die Anträge des Vorstandes auf Abänderung der Statuten.
4. Vorlage des Berichts des Herausgebers des „Tierreichs“, Herrn Prof. F. E. SCHULZE.
5. Vorträge der Herren Prof. ESCHERICH, Prof. VAN BEMMELÉN, Dr. VOSS und Prof. WILHELM.

Nachmittags 3—4 $\frac{1}{2}$ Uhr: Vierte Sitzung.

Vorträge der Herren Prof. LOHMANN, Dr. SCHULZE und Prof. HÄPKE.

5 Uhr: Besichtigung des Weserwehrs und der Fischpässe.

8 $\frac{1}{2}$ Uhr: Zusammenkunft im Ratskeller auf Einladung E. H. Senats.

Donnerstag, den 15. Mai, 9—12 $\frac{1}{2}$ Uhr: Fünfte Sitzung.

1. Bericht der Rechnungsrevisoren.

2. Beratung über die Anträge des deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht.

3. Beratung über den Antrag des Vorstandes der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte.

4. Abstimmung über die Anträge auf Änderung der Statuten.

5. Vorträge der Herren Dr. ERHARD, Prof. BRESSLAU, Dr. MARTINI und Prof. G. ENTZ jr.

6. Demonstration von Proturen durch Herrn Dr. PRELL.

Nachmittags 6 Uhr: Gemeinsames Essen im „Essighaus“.

Freitag, den 16. Mai: Fahrt nach Geestemünde-Bremerhaven: Besichtigung der Fischereihäfen und -anlagen und einer Klipp- und Stockfischfabrik in Geestemünde; Besichtigung der Hafenanlagen und eines Lloyd dampfers und Frühstück an Bord des Dampfers „Kronprinz Wilhelm“ in Bremerhaven.

Die Sitzungen wurden im Hörsaal des Städtischen Museums abgehalten.

Erste Sitzung.

Dienstag, den 13. Mai, 9—11 $\frac{1}{2}$ Uhr.

Der Vorsitzende Herr Prof. KORSCHOLT eröffnete die Versammlung mit folgender Ansprache:

Hochansehnliche Versammlung!

Es liegt in der Natur der Sache, daß die Deutsche Zoologische Gesellschaft zu ihren Tagungen solche Städte wählt, welche die wissenschaftlichen Hilfsmittel für ihre Versammlungen bieten. Dies ist hauptsächlich in den Universitätsstädten der Fall; nur verhältnismäßig selten konnte von dieser Gepflogenheit abgegangen werden. Aber diejenigen Versammlungen, bei denen es geschah, boten uns in jeder Beziehung reichen Gewinn und gehören zu unseren schönsten Erinnerungen. So begrüßten wir denn auch die im vergangenen Jahr an die Gesellschaft ergangene Einladung

Bremens, hier zu tagen, mit lebhaftem Dank und großer Freude. Hat doch Bremens Städtisches Museum für Natur-, Handels- und Völkerkunde durch seine reichen Schätze und die Art ihrer Aufstellung, wie auch durch die Namen der an ihm früher und jetzt wirkenden Männer, von denen wir zu unserer Freude nicht weniger als drei Direktoren unter uns sehen, einen ausgezeichneten Klang in der zoologischen Welt. Aber außer dem vortrefflichen Museum sind es die hohen Reize der altberühmten Hansestadt, welche uns Ihrer Einladung mit großer Freude Folge leisten ließen. Wissen wir doch, daß neben dem altbewährten Sinn für Handel und Gewerbe auch die Wissenschaft bei Ihnen stets eine würdige Stätte fand. Als Sinnbild dafür nehmen wir es, daß uns der hochverdiente jetzige Direktor des Museums gleichzeitig als Vertreter des Hohen Senats begrüßt. Indem ich im Namen der Versammlung dafür danke, begrüße ich meinerseits die Teilnehmer an der Versammlung, Mitglieder der Gesellschaft und Gäste, die, zum Teil von weit hierher geeilt wie bei früheren Versammlungen, gewiß die von ihnen gesuchte Belehrung hier finden werden.

Damit eröffne ich die 23. Jahresversammlung; ehe ich jedoch Herrn Prof. SCHAUMSLAND das Wort erteile, habe ich noch einer recht erfreulichen Pflicht zu genügen. Aus den Berichten unseres um die Vermehrung und Konsolidierung der Finanzen der Gesellschaft eifrig bemühten Herrn Schriftführers ist Ihnen bekannt, daß sie sich nicht gerade in einem glänzenden und unserer Gesellschaft besonders würdigen Zustand befinden. Daher war es mit besonderer Freude zu begrüßen, als im vergangenen Jahr Herr FRANZ POCHE in Wien der Gesellschaft die Summe von 2500 Kr. zur Verfügung stellte. Hierfür sei ihm auch an dieser Stelle ganz offiziell unser herzlichster Dank ausgesprochen. Unwillkürlich knüpft sich daran der Wunsch, daß noch andere Mitglieder oder Gönner der Gesellschaft dem bisher leider ganz vereinzelt, sehr nachahmenswerten Beispiel folgen und die Gesellschaft dadurch in den Stand setzen möchten, ihren Aufgaben besser als bisher gerecht zu werden.

Herr Prof. SCHAUMSLAND:

Seine Magnifizenz, der präsidierende Bürgermeister, Herr Dr. BARKHAUSEN hat mich beauftragt, da er selbst heute leider durch Senatsgeschäfte daran verhindert ist, Sie in seinem Namen und dem der Stadt Bremen willkommen zu heißen und Ihren Arbeiten Erfolg zu wünschen, indem er sich der Hoffnung hingibt, daß für Sie der Aufenthalt in Bremen ein angenehmer werden möge.

Ich selbst beehre mich, Ihnen im Namen unseres Instituts unseren herzlichsten Dank dafür auszusprechen, daß die Wahl Ihres diesjährigen Versammlungsortes auf Bremen gefallen ist. Ich kann dabei allerdings nicht ganz verhehlen, daß neben der Freude über Ihren Besuch mich auch ein gewisses Gefühl der Besorgnis drückt, ob es uns, die wir hier doch etwas in der Diaspora wohnen, auch möglich sein wird, Ihren Anforderungen und Erwartungen auch nur einigermaßen gerecht zu werden. Fast ausschließlich haben Sie bisher in Universitätsstädten getagt, an Plätzen mit zahlreichen alten und glänzenden wissenschaftlichen Instituten, in denen Sie neue Eindrücke und Anregungen in Fülle empfangen konnten. Etwas anderes ist es bei uns. Ich will dabei allerdings nicht etwa gesagt haben, daß nicht auch Bremen Anteil genommen hätte an unserer Wissenschaft und seinen Kräften entsprechend zu ihrer Förderung beigetragen hätte.

Wenn Sie mir gestatten, darauf noch mit wenigen Worten einzugehen, könnte ich damit gleichzeitig auch einen kurzen Überblick über die Geschichte unseres Museums geben.

In einer Zeit, es war 1774, als es in Deutschland noch wenig üblich war, sich mit naturwissenschaftlichen Dingen zu befassen, es sei denn im engen Kreise von Fachgelehrten, traten in einer Stadt wie Bremen, der man in Anbetracht ihrer hauptsächlichen Erwerbstätigkeit geneigt ist, Interessen abzusprechen, die jenseits des Verkehrs und Handels liegen, eine Anzahl Männer — es waren meistens Kaufleute — zusammen, um mit Hilfe eines Lesezirkels, namentlich aber durch Vorträge und Diskussionen, die Kenntnisse der Erd- und Naturkunde in ihrem Kreise zu fördern. Nicht lange darauf legte man auch eine kleine Sammlung von Naturalien an, die später, anfangs des verflossenen Jahrhunderts, als die Gesellschaft sich an der Ecke des Domshofes ein eigenes Vereinshaus geschaffen hatte, in dies übergeführt wurde, das fürderhin davon den Namen „Museum“ erhielt. Dies winzige Naturalienkabinett ist somit als die embryonale Anlage des Instituts, in dem wir heute uns befinden, zu betrachten.

Eine Reihe von Jahren hat die „Museums-Gesellschaft“ ein reges wissenschaftliches Leben geführt, und Männer wie **OLBERS**, **HEINEKEN**, **MERTENS** und **ALBERS** gehörten ihr an; besonders habe ich aber **GOTTFRIED REINHOLD TREVIRANUS** zu gedenken, dessen Name man als einen Begründer der Biologie als Wissenschaft nie vergessen wird. Seine 6bändige Biologie erschien 1802—1822 und die „Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens“ 1831—1833.

Aber die Zeiten änderten sich. Der wissenschaftliche Charakter der Museums-Gesellschaft verschwand allmählich, und aus ihr wurde ein Verein, der sich allein der Pflege der Geselligkeit widmete. Das Naturalienkabinett fand kaum mehr Beachtung, und daß es nicht ganz verkam, sondern sich auf einigen Spezialgebieten sogar bedeutend vervollkommnete, war nur einigen wenigen interessierten Männern zu verdanken. So vor allem dem vortrefflichen und als Ornithologen so bedeutenden Dr. GUSTAV HARTLAUB.

1875 wurden die Sammlungen von der Gesellschaft dem Bremischen Staat als Geschenk angeboten unter der Bedingung, daß dieser ihnen ein anderes gutes Unterkommen gewähre sowie für die Anstellung eines wissenschaftlichen Leiters Sorge trage. Der Staat nahm das Geschenk an, das Kabinett wurde nach den oberen Räumen des Domanbaues überführt und erhielt den Namen: Städtische Sammlungen für Naturgeschichte und Ethnographie.

Die ersten Direktoren FINSCH, LUDWIG und SPENGEL nahmen sich der ihnen übertragenen Aufgaben mit Eifer und bestem Erfolge an.

Das Jahr 1890 brachte dann wieder einen entscheidenden Wendepunkt. Gelegentlich einer in diesem Jahre veranstalteten Gewerbe- und Industrieausstellung waren wertvolle ethnographische Gegenstände nach Bremen gekommen, und es wurde der Wunsch rege, daß sie nicht wieder in alle Winde zerstreut würden. So kam man zu dem Entschluß, sie mit den städtischen Sammlungen zu vereinigen und ein neues Museum zu schaffen: Das Städtische Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde am Bahnhof (eröffnet 1896).

Die damit gestellte Aufgabe war keine ganz einfache, da es sich darum handelte, die verschiedenartigsten naturwissenschaftlichen Disziplinen, ethnographische und prähistorische Sammlungen sowie Objekte der Handels- und Warenkunde nicht etwa nur zu magazinieren, sondern nach einem einheitlichen Gesichtspunkte so aufzustellen, daß sie sich möglichst zu einem harmonischen Ganzen verbanden. Wieweit das gelungen ist, mögen Sie selbst entscheiden. Ich bitte Sie, dabei nur berücksichtigen zu wollen, daß, weil sich in Bremen keine Universität oder ähnliche Lehrinstitute befinden mit ihren besonderen Anforderungen an spezielle Sammlungen, es in erster Linie unser Bestreben war, das Museum möglichst für jedermann verständlich und nutzbringend zu gestalten. Es soll zunächst anregen, dann aber auch demjenigen, der tiefer in einzelne Gebiete eindringen will, die Möglichkeit dazu bieten

und endlich auch dem Fachmann Material für seine Studien gewähren. Anschaulichkeit mußte sich somit mit strenger wissenschaftlicher Exaktheit verbinden. Manche der dabei angewendeten Methoden sind mittlerweile mehr oder weniger Gemeingut vieler anderer Museen geworden, doch sind sie, meines Wissens wenigstens, in Bremen wohl zum ersten Male zur Ausführung gebracht.

Der Umfang der Sammlungen hatte sich mittlerweile namentlich durch die vom Museum aus unternommenen Reisen derartig vermehrt, daß ein Erweiterungsbau notwendig wurde, zu dem die recht bedeutenden Mittel wiederum zur einen Hälfte vom Staat bewilligt, zur anderen durch freiwillige Beiträge zusammengebracht wurden.

1911 war die schwierige Umgestaltung des Museums innerhalb seines auf das Doppelte erweiterten neuen Rahmens, unter Beibehaltung derselben leitenden Gesichtspunkte wie früher, im großen und ganzen durchgeführt, wenn auch selbst heute noch mancherlei der Vollendung harrt. Unsere Hilfskräfte sind leider im Vergleich zum Umfang unserer Aufgabe — beispielsweise beträgt die Ansichtsfläche der Schränke in gerader Linie fast $4\frac{1}{2}$ km — nicht bedeutend, so daß wir beim besten Willen mehrere Lücken noch nicht ausfüllen konnten. Der verschiedenartige Inhalt des Museums verlangt ja von uns auch eine gewisse Verallgemeinerung des Wissens und die Beherrschung mannigfaltiger Gebiete. Notwendig war es aber vor allem, mit möglichster Objektivität jeder der verschiedenen Disziplinen gleiches Recht angedeihen zu lassen; trotzdem hoffe ich jedoch, daß auch die auf dem Gebiete der Zoologie aus dem Museum hervorgegangenen Arbeiten zur Systematik, Anatomie und Embryologie, oft auf Grund sehr seltenen Materials, der Wissenschaft zugute gekommen sind und bleibenden Wert behalten werden.

Doch ich fürchte, ich habe Sie schon zu lange mit diesen internen Dingen aufgehalten, Ihrer harrt ja reichliche Arbeit. Wie hat sich doch das Gebiet der Biologie im allgemeinen und der Zoologie im besonderen in den letzten Jahren erweitert! Wie zahlreich sind die neu eingeschlagenen Forschungsbahnen, wie mannigfaltig die Versuche, mit neuen Methoden, ja mit neugeschaffenen Disziplinen alten Problemen näherzukommen! Sie alle wahrlich tragen zur Verjüngung und zur Vertiefung der Wissenschaft bei. Welch ein Gewinn für diese, welch ein Vorteil aber auch für den Forscher selbst, wenn er sich nur freihält von der Überschätzung seines eigenen Spezialgebietes, und nicht alles darum für besser und richtiger ansieht, nur weil es neu ist, und jede ältere Richtung

für dauernd überwunden erklärt, weil sie augenblicklich zufällig nicht modern ist.

Auch hierbei wieder muß ich an das schon oft gebrauchte und doch so schöne Wort C. E. v. BAER's denken: „Die Wissenschaft ist ewig in ihren Quellen, unermesslich in ihrer Aufgabe, unerreichbar in ihren Zielen.“ Und mir will es immer erscheinen, daß gerade die Unendlichkeit der Wissenschaft etwas Herrliches für den Forscher ist, daß die Erkenntnis, daß jede kausale Wissenschaft nie an ein bestimmtes Ziel kommen kann, weil hinter einer gefundenen Ursache sofort die Frage nach einer neuen, die diese wieder veranlaßt hat, sich einstellt, nicht etwa Resignation erzeugt, sondern den Wissensdrang nur verstärkt, rastloses Ringen und Streben nach neuen Wegen erzeugt und die reine und reiche Freude schafft, die Grenzen immer weiter stecken zu dürfen.

Neben jener expansiven Entwicklung macht sich aber, unstreitig auch mehr wie früher, vielfach eine spekulative Betrachtungsweise, die überwiegend mit Theorie und Hypothese arbeitet, in unserer Wissenschaft bemerkbar, so daß man schon die Befürchtung ausgesprochen hat, daß die Tage der alten Naturphilosophie sich wiederholen könnten. Im allgemeinen liegt ja allerdings den Forschern auf dem Gebiete der Empirie, und merkwürdigerweise den Biologen mehr wie etwa den Physikern, philosophisches Denken etwas ferner; sagt doch selbst DARWIN, daß bei ihm die Fähigkeit, rein abstrakten Gedankengängen zu folgen, sehr beschränkt gewesen wäre. Daraus erklärt sich vielleicht zum Teil auch manches unnötige Mißverständnis, das sich zwischen den biologischen und anderen Wissensgebieten bisweilen eingestellt hat; denn wie man mit einem Farbenblinden nicht über Raphael, mit einem Tauben oder Amusikalischen nicht über Beethoven reden darf, so kann man auch nicht abstrakte Fragen erörtern mit jemandem, dem der Sinn oder das Interesse für sie mangelt.

Genug, eine Änderung ist hierin jedenfalls eingetreten und das Interesse an philosophischer Betrachtungsweise hat zweifellos zugenommen. Vielleicht ist es daher nicht ganz unangebracht, darauf hinzuweisen, daß dabei auch Gefahren mit unterlaufen könnten.

Schon BÜTSCHLI warnte vor einer Reihe von Jahren auf einer unserer Versammlungen vor den „umschreibenden Hypothesen“, die eine unbekannte Größe nur durch eine andere ersetzen und somit eine kausalmechanische Erklärung nicht geben, sondern nur vortäuschen. Es wäre gerade so, sagt er, als ob jemand, der ohne Kenntnis der wirksamen Kräfte bei einer abgefeuerten Kanone durch

vielfache Beobachtungen zu der sicheren Überzeugung gelangt wäre, daß die Tätigkeit des Kanoniers die Ursache des Hervorschießens des Geschosses sei, und damit nun auch eine kausalmechanische Erklärung der wirklichen Entstehung der Geschosßbewegung gefunden zu haben wähne; und RICHARD HERTWIG gab in einer anderen Versammlung unumwunden zu, daß der Nachweis morphologischer Gesetzmäßigkeit noch keine kausale Erklärung sei, und daß es somit besser wäre, stattdessen nur von einem erlangten Verständnis der Organisation zu sprechen.

Wir alle wissen, von welcher ausschlaggebenden Bedeutung für jede Forschung die Fiktion der Erklärbarkeit der Welt ist, und welche große Erfolge im besonderen mit der Annahme der Möglichkeit einer rein mechanistischen Erklärungsweise erreicht sind; und trotzdem sollte es doch nicht vergessen werden, daß diese Erklärbarkeit doch nur eine Fiktion, eine Arbeitshypothese und kein Axiom ist, und daß man das Problem auch von einer anderen Seite wohl in Angriff nehmen kann; wie ja auch schon KANT den materialistischen Rationalismus des 18. Jahrhunderts in seine Schranken zurückwies.

Logisch ist es jedenfalls auch nicht richtig, wenn ein ausgesprochener Mechanist ohne weiteres nicht nur von einer Entwicklung, sondern auch von einem Fortschritt von einer Höherentwicklung der organischen Welt redet; und es wäre Gedanken-temperenz, wenn wir uns nicht daran erinnerten, daß schon allein der Begriff des Seins und Werdens, das Problem, daß etwas überhaupt ist und wird und sich entwickelt, das schwerste, tiefste und unfäßbarste ist, das je den menschlichen Geist bewegt hat und in alle Zukunft hin bewegen wird.

Man könnte einwenden, daß im Grunde genommen dadurch der Fortschritt unserer Spezialwissenschaft an sich nicht berührt wird; das mag richtig sein, wenn es sich nur um das mehr Handwerksmäßige bei ihr oder allein um eine weitere Erringung von Tatsachen handelt. Wie aber das Wort „L'art pour l'art“ sich auf die Dauer nicht als stichhaltig erwiesen hat, so auch seine Variante „La science pour la science“. Wir sind ja im Gegenteil stolz auf den Einfluß, den unsere Wissenschaft auf die Allgemeinheit, auf unser Leben, auf seine ganze Denkrichtung gehabt hat und in steigendem Maße noch gewinnt. Daher ist es nicht ganz belanglos, wie weit die Verwertungen ihrer Ergebnisse auch von philosophischem Geiste durchtränkt und namentlich logisch unanfechtbar sind.

Auf der vorjährigen Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte wurde unter anderem auch auf das oft Bedenkliche einer sensationellen, populärnaturwissenschaftlichen Literatur hingewiesen, und es ist wohl kaum zu leugnen, daß sich an die ernste Arbeit der Naturerkenntnis oft Anschauungen anknüpfen und sich auf sie berufen, die damit wirklich nichts zu tun haben. Den gloriosen Hinweis am Schlusse fast aller populärer entwicklungsgeschichtlicher Darstellungen auf die Höhe, die entsprechend der allgemeinen Weiterentwicklung der Organismen, auch der Mensch in leiblicher und geistiger Hinsicht einst erklimmen wird, kann man wohl ruhig dahingehen lassen und sich auch abfinden mit dem naiven Trost, den man so oft dem durch Leid niedergebeugten modernen Menschen für seine Leibes- und Seelennöte zurufen hört: er möge sich aufrichten in dem Gedanken, daß seine Pein ja nur ein notwendiger Übergang sei zu den herrlichen Höhen der zukünftigen glücklichen Menschheit. Mir fällt dabei allerdings immer die reizende Frage HUXLEY's ein, ob man wohl meine, daß einem notleidenden Eohippus viel damit gedient worden wäre, wenn man ihn darauf hingewiesen hätte, daß als Ersatz für seine Qualen nach Millionen von Jahren einer seiner Nachkommen als Sieger im Derbyrennen hervorgehen würde.

Bedenklicher in der Wirkung auf die Allgemeinheit ist es aber schon, wenn selbst von Laien über chemische Ethik als von einer gesicherten Tatsache geredet und geschrieben wird, oder wenn der Patriotismus, die Vaterlandsliebe, als ein Fehler in der chemischen Konstitution der Eiweißmoleküle seiner Bekenner ernsthaft hingestellt wird.

Ich führe das alles nur an, weil ich der Meinung bin, daß derartiges besser wie durch lange Abhandlungen oder Streitschriften im engeren Kreise, im persönlichen Verkehr, z. B. auch bei unseren Tagungen — ich denke dabei namentlich an die jüngeren Mitglieder — besprochen und nötigenfalls reguliert werden könnte.

Gegenüber mancherlei Misèren des politischen und öffentlichen Lebens wird es für den Deutschen stets ein Gefühl der Freude und Erhebung sein, wenn er an die Höhe und den Glanz der deutschen Wissenschaft, an die allgemeine Wertschätzung, die sie in der ganzen Welt erfährt, denkt. Unser Stolz aber ist es, daß in der Reihe dieser Wissenschaften als eine der angesehensten unsere Zoologie — in weitestem Sinne gesprochen — dasteht. Daß sie das geworden ist, dazu hat die Deutsche Zoologische Gesellschaft unter ihrer weitsichtigen und zielbewußten Führung seit nun fast einem Viertel-

jahrhundert im hohen Grade beigetragen; daß das immer so bleiben möge, ist mein herzlichster Wunsch!

Empfangen Sie nochmals meine besten Wünsche, daß diese Tage Ihnen angenehm sein mögen, daß Ihre Arbeit gedeihlich, Ihr Meinungsaustausch gewinnbringend, Ihr persönlicher Verkehr herzlich sein möge.

Nachdem der Vorsitzende gedankt hatte, verlas der Schriftführer den

Geschäftsbericht.

Die 22. Jahresversammlung fand vom 28. bis 31. Mai 1912 unter Leitung des ersten Vorsitzenden, des Herrn Prof. Dr. KORSCHOLT im Zoologischen Institut in Halle statt. Sie war von 77 Mitgliedern und 50 Gästen besucht. Ein Ausflug nach Naumburg und der Rudelsburg schloß sich der Tagung an.

Der Bericht über die Verhandlungen der 22. Jahresversammlung wurde Anfang August 1912 ausgegeben.

Die Zahl der Mitglieder betrug am 1. April 1912 292. Es ist Herr Prof. Dr. LENZ, Direktor des Naturhistorischen Museums in Lübeck, gestorben. 23 Mitglieder sind neu eingetreten, so daß am 1. April 1913 die Zahl der Mitglieder 314 beträgt (311 ordentliche und 3 außerordentliche).

Herrn Prof. Dr. GRENACHER wurde zu seinem 70. Geburtstage am 18. März 1913 die folgende Adresse übersandt:

Hochgeehrter Herr Kollege!

Die Feier Ihres 70. Geburtstages dürfen auch wir als Vertreter der Deutschen Zoologischen Gesellschaft nicht vorübergehen lassen, ohne Ihnen unsere herzlichsten Glückwünsche darzubringen. Um so weniger möchten wir dies versäumen, als wir auf das lebhafteste die Verhältnisse bedauern, welche es mit sich brachten, daß wir älteren und jüngeren Zoologen nur so selten Gelegenheit fanden, Ihnen persönlich näher zu treten und aus Ihrem überaus reichen Erfahrungsschatz auf zoologisch-wissenschaftlichem Gebiet auch unsererseits Nutzen zu ziehen.

Wir wissen es alle, welche hervorragende Forschergabe Ihnen eigen ist und wie Sie diese an den verschiedensten Objekten mit so ausgezeichnetem Erfolg betätigten. Mit großer Treffsicherheit fanden Sie stets das Wesentliche heraus; mochte es sich dabei um die minutiösen Strukturen kleinster einzelliger Lebewesen oder um

größere anatomische Formverhältnisse handeln; es sei nur an die Feststellung des Verlaufs der Axenfäden und das Zentralkorn der Heliozoen, sowie an Ihre wichtigen Darlegungen des Baus der Gordiiden und Rhizostomeen erinnert. Bei diesen wie bei anderen Ihrer Forschungen — wir denken noch an die schönen entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen über die dotterlosen Cephalopoden-Embryonen — waren es stets Feststellungen von größter Genauigkeit und Zuverlässigkeit, welche in unserer Wissenschaft dauernden Bestand haben werden.

Außer diesen und anderen hier nicht namhaft zu machenden Untersuchungen brachten Ihnen aber vor allem Ihre grundlegenden Untersuchungen an den Arthropodenaugen Ruhm und Ehre ein. Mit großem Scharfsinn und unter Anwendung der feinsten Methoden gelang es Ihnen, diese schwierigen Objekte zu bewältigen und ihren Bau in einer Weise zu klären, daß diese Arbeiten, an welche sich diejenigen über die Augen der Cephalopoden und Heteropoden würdig anschlossen, für die Ausführung derartiger feinsten Untersuchungen mit vollem Recht geradezu vorbildlich geworden sind.

Wenn wir Sie, hochverehrter Herr Kollege, als Meister der zoologischen Methodik feiern, so dürfen wir einer zunächst weniger wichtig erscheinenden Tatsache, nämlich Ihrer Erfindung des Boraxkarmins, nicht vergessen. Sie schenkten uns damit eines der ersten und vorzüglichsten Kernfärbemittel, welches seit seinem Bekanntwerden Ende der siebziger Jahre nicht nur in der Hand jedes zoologischen Anfängers, sondern auch des wissenschaftlichen Forschers ist, sich also durch beinahe ein Menschenalter als wichtiges Hilfsmittel zoologischer Forschung erfolgreich behauptet und zu ihrer Förderung in nicht zu unterschätzendem Maße beigetragen hat.

Zwar kann es hier nicht unsere Aufgabe sein, der großen Verdienste zu gedenken, welche Sie sich in Ihrem Lehramt erwarben, aber unerwähnt darf es nicht bleiben, wie freudig Anfang der achtziger Jahre Ihre Berufung nach Halle begrüßt wurde. Als ein moderner Vertreter der aufblühenden morphologischen Wissenschaft wurden Sie mit der Errichtung eines hauptsächlich diesem Gebiet gewidmeten Instituts beauftragt. Sie unterzogen sich dieser Aufgabe mit rastlosem Eifer und lösten sie in höchst anerkennenswerter Weise, wovon wir uns bei der Abhaltung der vorjährigen Zoologenversammlung zur Genüge überzeugten. Daß wir Sie damals nicht unter uns sehen konnten und schwere körperliche Leiden Sie wie an der Weiterführung mancher Ihrer Pläne, so auch am Verkehr mit den Fachgenossen hinderten, war uns stets

ein großer Schmerz. Wie damals bei der Versammlung in Halle erlauben Sie uns, Ihnen auch heute mit unseren herzlichen Glückwünschen unseren Dank für das darzubringen, was Sie unter leider so erschwerenden Umständen in Ihrem arbeitsreichen Leben für unsere Wissenschaft geleistet haben.

Der Vorstand der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

I. A.: E. KORSCHULT.

Die auf der Jahresversammlung in Halle angenommenen Anträge zur Einschränkung des Prioritätsgesetzes, welche dem Internationalen Zoologenkongreß in Monaco 1913 vorgelegt werden sollten, haben die Zustimmung von 680 Zoologen gefunden und sind Mitte Juli an den Präsidenten der Internationalen Nomenklaturkommission, Herrn Prof. Dr. BLANCHARD gesandt worden. Auf dem diesjährigen Internationalen Kongreß in Monaco zeigte sich sehr bald, daß eine erdrückende Majorität für die Einschränkung des Prioritätsgesetzes war. In der Sektion für Nomenklatur wurden folgende Anträge, die zwar nicht dem Wortlaut, wohl aber dem Sinn nach im wesentlichen mit den Anträgen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft übereinstimmten, einstimmig bei einer Stimmenthaltung der Internationalen Nomenklaturkommission zur Vorlage im Plenum empfohlen:

„Den Nomenklaturregeln ist folgender Artikel hinter Art. 31 einzufügen:

Ausnahmen von dem Prioritätsgesetz sind gestattet:

1. wenn ein Gattungs- oder Artnamen auf eine andere bestehende Gattung oder Art übertragen werden muß;
2. wenn ein Name für nur eine Gattung 50 Jahre lang bis 1890 in wissenschaftlichen Arbeiten z. B. Monographien, wissenschaftlichen Abhandlungen, wissenschaftlichen Katalogen u. a. gebraucht worden ist;
3. wenn der Name, der nach dem Prioritätsgesetz der älteste ist, 20 Jahre keinen Eingang in die wissenschaftliche Systematik gefunden hat.

Jede Ausnahme ist der Internationalen Nomenklaturkommission zu unterbreiten. Diese hat jeden Fall zu veröffentlichen und gleichzeitig zur Prüfung einer der Subkommissionen von Spezialisten, die vom Kongreß ernannt werden und das Recht haben sich zu ergänzen, zu überweisen. Auf Grund der Entscheidungen der Subkommissionen hat die Internationale Nomenklaturkommission Beschluß zu fassen, ihn zu veröffentlichen und unter Vorlage der

Entscheidungen der Subkommissionen dem nächsten Kongreß zur Genehmigung vorzulegen.“

Am letzten Tage des Kongresses stellte die Internationale Nomenklaturkommission, die in ihrer Mehrheit bis dahin für die strikte Durchführung des Prioritätsgesetzes eingetreten war, zur großen Überraschung folgenden, einstimmig von ihr angenommenen Vermittlungsvorschlag:

1. Der Internationalen Nomenklaturkommission wird Vollmacht gegeben, in solchen Fällen, in denen nach ihrem Urteil die strikte Anwendung der Nomenklaturregeln eher zu einer Verwirrung als zur Gleichförmigkeit führen würde, die Regeln außer Kraft zu setzen¹⁾. Es wird indessen dabei vorausgesetzt, 1. daß mindestens ein Jahr vorher jeder Fall in zwei oder mehreren der folgenden Zeitschriften, nämlich *Bulletin de la Société Zoologique de France*, *Monitore Zoologico*, *Nature*, *Science* (N. Y.) und *Zoologischer Anzeiger* bekanntgegeben wird, damit die Zoologen, besonders die Spezialisten der in Frage kommenden Gruppe den Fall prüfen und ihre Gründe für oder gegen die Außerkraftsetzung äußern können, 2. daß der Beschluß der Kommission für die Außerkraftsetzung einstimmig ist und 3. daß, wenn der Beschluß nur mit $\frac{2}{3}$ Majorität erfolgt ist, die Kommission den Fall dem nächsten Internationalen Kongreß zur Entscheidung vorzulegen hat.

2. In dem Fall, daß die Annahme der Außerkraftsetzung der Regeln in der Kommission nur mit $\frac{2}{3}$ Majorität erfolgt ist, ist der Vorsitzende der Sektion für Nomenklatur verpflichtet, ein Schiedsgericht für die Entscheidung zu ernennen, das aus drei Mitgliedern besteht, und zwar aus einem der Internationalen Kommission, das für die Außerkraftsetzung der Regeln und einem, das dagegen gestimmt hat und aus einem früheren Mitglied der Internationalen Kommission, das bisher öffentlich zu dem Fall noch keine Stellung genommen hat. Dieses Schiedsgericht soll das ihr vorgelegte Material prüfen, und sein Urteil, einerlei ob es einstimmig oder mit $\frac{2}{3}$ Majorität erfolgt, soll für den Kongreß bindend und ohne Einspruch gültig sein.

3. Die unter 1. genannte Vollmacht betrifft in erster Linie und ganz besonders die Fälle, in denen es sich um Namen von Larvenstadien und um eine Übertragung eines Gattungs- oder Artnamens auf eine andere Gattung oder Art handelt.

¹⁾ Auf Antrag von Herrn Prof. SPENGEL ist das Wort „suspend“ des englischen Textes, um Irrtümer auszuschließen, nicht, wie es vom Schriftführer geschehen war, mit „aufheben“ übersetzt, sondern mit „außer Kraft setzen“.

4. Der Kongreß gibt seine volle Zustimmung zu dem bisherigen Vorgehen der Internationalen Nomenklaturkommission, sich mit Spezialkommissionen der in jedem einzelnen Fall in Frage kommenden Gruppe in Verbindung zu setzen, und ermächtigt und beauftragt die Internationale Kommission, auch weiterhin dieses Verfahren anzuwenden und zu erweitern.

Wenn dieser Vorschlag auch nicht so weit ging wie die von der Sektion für Nomenklatur angenommenen und besonders an Stelle von Subkommissionen von Spezialisten die Internationale Nomenklaturkommission als die entscheidende Instanz einsetzte, so wurde doch im Interesse der Einigkeit und weil er das Wesentliche, die Zulassung von Ausnahmen vom Prioritätsgesetz, enthielt, diesem Vorschlag die Zustimmung erteilt. Es wurde vorher aber noch festgestellt, daß „suspend“ dauernde und nicht vorübergehende Aufhebung heißen soll. Im Plenum wurde er mit allen gegen vier Stimmen angenommen.

Es kommt jetzt darauf an, 1. daß in der Internationalen Nomenklaturkommission die Freunde der Einschränkung des Gesetzes die Mehrheit gewinnen und 2. daß die Spezialisten der verschiedenen Tiergruppen sich über die gewünschten Ausnahmen vom Gesetz einigen und ihre Wünsche mit der nötigen Begründung der Internationalen Nomenklaturkommission überweisen. Entscheidet diese trotzdem gegen die Wünsche der Spezialisten, so würde notwendig sein, auf dem nächsten Kongreß an Stelle der Internationalen Nomenklaturkommission besondere Subkommissionen von Spezialisten als die entscheidende Instanz einzusetzen. Entscheidet sie dagegen im Sinne der Vorschläge der Spezialisten, so würden wir die gewünschten Listen von Nomina conservanda erhalten.

Im letzten Jahre ist der Gesellschaft eine große Freude dadurch zuteil geworden, daß unser Mitglied Herr F. Poche ihr die Summe von 2500 Kr. = 2115 M. zur Vermehrung des Kapitalvermögens überwiesen hat. Es sei ihm auch hier für diese hochherzige Stiftung bestens gedankt. Möge sie reiche Nachahmung finden! Nur wenn unsere Gesellschaft ein größeres Vermögen erlangt, was nur durch Stiftungen geschehen kann, wird sie die ihr zukommende Bedeutung unter den wissenschaftlichen Gesellschaften gewinnen und auch größere wissenschaftliche Aufgaben durchführen können.

Der Rechenschaftsbericht schließt in folgender Weise ab:

Einnahmen	7244,02 M.
Ausgaben	5962,97 „
bleibt Kassenvorrat	1281,05 M.

In diesem Kassenvorrat sind 650 M. enthalten, welche durch Ablösungen von den Beiträgen gewonnen sind, welche eigentlich dem Kapital zugeschrieben werden sollten, wegen der ungünstigen finanziellen Lage der Gesellschaft aber für die jährlichen Ausgaben verwandt werden müssen.

Es kommen hinzu:

Ausstehende Mitgliederbeiträge	90,00 M.
Wertpapiere a) Deutsche Reichsanleihe .	11 600,00 „
b) Rheinprovinz-Anleihe . .	2 100,00 „
Also Gesamtvermögen	<u>15 071,05 M.</u>

Ich bitte den Bericht durch zwei Revisoren prüfen zu lassen und mir Entlastung erteilen zu wollen.

Zu Revisoren wurden die Herren Prof. MICHAELSEN und Dr. HARTMEYER gewählt.

Der Vorsitzende dankt dem Herrn Schriftführer für die im Laufe dieses Jahres geleistete nicht unerhebliche Arbeit und hebt aus dem erstatteten Bericht besonders die Erfolge hervor, welche in der uns alle so nahe berührenden Nomenklaturfrage bei dem Internationalen Kongreß in Monaco neben der Tätigkeit einiger ausländischer Zoologen hauptsächlich auch durch die aufopfernden Bemühungen unseres Herrn Schriftführers erzielt wurden. Der Vorsitzende glaubt im Sinne der Versammlung zu sprechen, wenn er dem Herrn Schriftführer auch dafür noch besonders warmen Dank abstattet.

Dann folgte das Referat von Herrn JOHANNES MEISENHEIMER (Jena):

Äußere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen.

Das Thema, welches ich zum Gegenstande meines heutigen Referates gewählt habe, führt uns hinein in eines der augenblicklich am lebhaftesten diskutierten Probleme der Biologie. Dabei ist das Problem an sich keineswegs neu, im Gegenteil, es gehört die Frage nach der Bedeutung und nach dem Wesen der sekundären Geschlechtscharaktere zu denen, die im Zusammenhang mit DARWINS Lehren immer und immer wieder von neuem besondere Beachtung forderten und fanden. Die intensive Neubelebung, welche dieses Thema gerade jetzt erfahren hat, verdankt es in erster Linie der

konsequenten Anwendung jener Methode, die überall in unserer modernen Biologie so vielfach fördernd wirkt, des Experiments. Und heute möchte ich nun, Altes und Neues miteinander verbindend, Ihnen klarlegen, wieweit die Lösung des alten Problems durch die neuen Erfahrungen gefördert ist, wieweit, um bescheidener zu sein, die Problemstellung dadurch geklärt erscheint.

Mit Altem, Ihnen allen wohl größtenteils durchaus Geläufigem, will ich beginnen. Worauf es mir dabei ankommt, das ist die besondere Form, in der sich mir diese bekannten Tatsachen miteinander verknüpft darstellen, eine Form, die mir besonders geeignet erscheint, eine klare Grundlage für das Weitere zu gewinnen.

Der niedersten Stufe geschlechtlicher Fortpflanzung begegnen wir bei den einzelligen Protisten, etwa bei Flagellaten, darin bestehend, daß zwei Individuen, die sich äußerlich in nichts von ihren sonstigen vegetativ dahinlebenden Genossen unterscheiden, unter vorbereitenden Umlagerungen ihrer Kernsubstanz miteinander zu einem neuen einzigen Individuum verschmelzen. Nach zweierlei Richtungen hin bewegt sich von diesem Ausgangspunkt aus die fortschreitende Entwicklung. Einmal tritt eine Arbeitsteilung in den Funktionen der beiden zunächst geschlechtlich völlig gleichartigen und gleichwertigen Geschlechtsindividuen ein, das eine übernimmt die Funktionen des Aufsuchens des Partners, das andere führt die zur ersten Ernährung des neuen Individuums dienenden Nährstoffe mit sich. Aus den ursprünglichen Isogameten werden Anisogameten, und zwar entsprechend den eben angedeuteten Funktionen leicht bewegliche Mikrogameten und häufig ganz bewegungslose, von Nährstoffen überladene Makrogameten. Nicht weniger wichtig ist eine zweite, hiermit häufig gleichzeitig verlaufende Differenzierung. Zunächst gehen die Geschlechtsindividuen unmittelbar aus irgendwelchen vegetativen, wie wir annehmen müssen, geschlechtlich völlig indifferenten Zellen hervor. Dies ändert sich aber sehr bald, indem auch die Mutterzellen, welche den Geschlechtsindividuen den Ursprung geben, bereits von den sich vorbereitenden geschlechtlichen Zuständen ergriffen werden. Bei reiner Isogamie macht sich dies dadurch bemerkbar, daß die betreffende Mutterzelle in eine größere Zahl kleinerer Elemente zerfällt, welche dann erst die eigentlichen Geschlechtsindividuen darstellen. Aber ebensowenig wie bei den Gameten selbst ist sonst irgendeine dimorphe Ausbildung dieser Mutterzellen erkennbar, wenn wir von der physiologischen Differenzierung hier absehen

daß in der Regel Abkömmlinge der gleichen Mutterzelle nicht miteinander kopulieren. Eine dimorphe Ausbildung der Mutterzellen tritt uns erst bei der Anisogamie entgegen, und zwar in so hohem Maße, daß dieselben sich schon lange vor der Bildung der eigentlichen Geschlechtsindividuen deutlich unterscheiden lassen. Als Beispiel mögen die Coccidien dienen. Die einen wachsen zu ziemlich ansehnlichen, von stark glänzenden Reservestoffkörnern erfüllten Kugeln heran, sie werden zu Makrogameten, die anderen zeichnen sich durch ein dichter gefügtes Protoplasma aus und vermehren ihre Kerne aufs vielfache, sie liefern die Mikrogameten. Es sind damit zwei Generationen in den Dienst der Geschlechtsfunktionen einbezogen, die Gameten und ihre Mutterzellen, die Gametocyten. Auf beide hat bereits die in den Gameten schließlich in Wirksamkeit tretende Arbeitsteilung eingewirkt, die Anhäufung von Reservestoffen deutet schon in der Makrogametocyte die spezifisch weibliche Tendenz an, die lebhaftere Vermehrung der Kerne in der Mikrogametocyte die spezifisch männliche Tendenz.

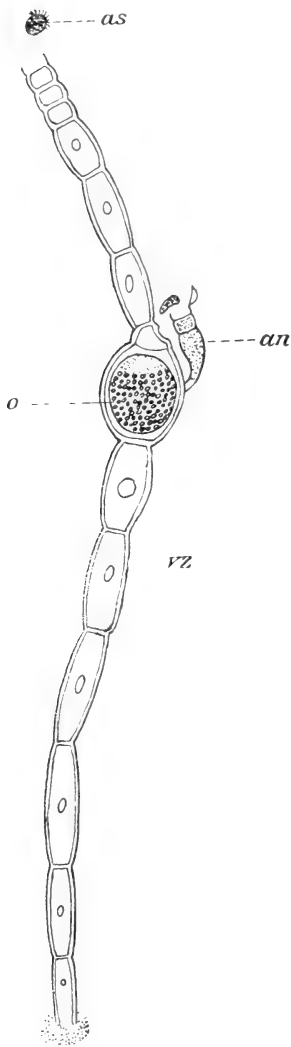
Die nächst höhere Stufe erläutern uns die Algen, und zwar die Formen, welche bereits zu Zellverbänden zusammengetreten sind. Bereiten sich hier geschlechtliche Erscheinungen vor, so kann die Gesamtheit der zu einer Einheit verbundenen Zellen zu Gametocyten, bzw. Gameten werden, es kann aber auch eine weitere Arbeitsteilung stattfinden, ein Teil der Zellen des Verbandes besorgt zeitlebens die vegetativen Funktionen der Bewegung, Ernährung, andere treten ausschließlich in den Dienst der Fortpflanzung, werden zu Gametocyten und liefern als solche schließlich die Gameten, die sich nun in der Regel, ganz wie übrigens auch die Gametocyten, als ausgesprochene Mikro- und Makroformen darstellen. Wir können nun auf dem Wege der Gametenproduktion bereits drei Generationen unterscheiden, die Gameten selbst, die Gametocyten und als dritte den Gametocytenträger, wie wir ihn nennen wollen, die Gesamtheit der ungeschlechtlich gebliebenen Zellen des Verbandes umfassend. Und diese drei Generationen bilden die Grundlage der geschlechtlichen Differenzierung aller niederen Pflanzen und fast aller mehrzelligen Tiere. Bei den niederen Pflanzen stellen sich die Gametocyten in der Regel in den besonderen Formen von Antheridien und Oogonien dar, der Gametocytenträger ist die Algenpflanze, mag sie nun kugelig oder fadenförmig, oder mag sie ein hoch spezialisiertes verästeltes Gebilde sein, wie es viele höhere Algen darstellen. Bei den mehrzelligen Tieren schließen sich die Gametocyten zu den Geschlechtsdrüsen zusammen, zu Spermatarien

und Ovarien; dieselben sind in ihrer ursprünglichen Form völlig gleichwertig einem Antheridium, bzw. Oogonium, ebenso wie das tierische Geschlechtsindividuum in diesem Zusammenhange völlig gleichwertig dem von einer Algenpflanze repräsentierten Gametocytenträger ist.

Aber damit ist die Endstufe dieses Differenzierungsvorganges noch nicht erreicht. Bei den Moosen beginnt ein regelmäßiger Wechsel geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generationen sich anzubahnen, ein solcher tritt ferner auf bei den Farnen, wo die ungeschlechtliche Generation durch die Farnpflanze, die geschlechtliche durch das Prothallium dargestellt wird. In letzterem finden wir den Gametocytenträger mit seinen Oogonien und Antheridien wieder. Es kann nun bei einzelnen Gruppen, bei den Marsiliaceen und Salviniaceen, diese ganze Generation in engstem Zusammenhange mit der ungeschlechtlichen Generation, im besonderen mit deren Sporangium bleiben, und nun tritt diese letztere ursprünglich ungeschlechtliche Generation mit in den Verband von Gametocytenträger, Gametocyt und Gamet als eine vierte Generation ein; nennen wir sie den Gametocytenträger 2. Ordnung. Solche Gametocytenträger 2. Ordnung sind alle höheren Pflanzen, insofern Wurzeln, Stamm, Äste, Blätter, Blumenblätter, Antheren und Fruchtknoten der ungeschlechtlichen Generation der Farne entsprechen, und männlicherseits nur die aus dem Pollenkorn (= Mikrospore), weiblicherseits nur die aus dem Embryosack (= Makrospore) hervorgehenden Elemente der geschlechtlichen Generation der Farne angehören. Im besonderen sind beide Generationen dann noch durch die normale, bzw. halbierte Chromosomenzahl (diploide und haploide Generation) voneinander unterschieden, indessen muß ich es mir versagen, bei diesen Verhältnissen länger zu verweilen. Ich begnüge mich mit der Feststellung, daß auch im Zusammenhange der geschlechtlichen Differenzierung, als Geschlechtsperson das Pflanzenindividuum etwas ganz anderes vorstellt als das Tierindividuum. Nur ganz vereinzelt finden sich direkt entsprechende Zustände auch im Tierreiche, und zwar dann, wenn zahlreiche Individuen sich zu Tierstöcken vereinigen. Ein solcher Tierstock, wie ihn beispielsweise die Hydroidpolypen in hoher Ausbildung zeigen, ein solcher würde, ganz wie eine Pflanze, als ein Gametocytenträger 2. Ordnung zu bezeichnen sein, die an ihm entstehenden und sich loslösenden Medusen wären die Gametocytenträger, deren Geschlechtsorgane die Gametocyten.

Nach diesen ganz allgemeinen Feststellungen wende ich mich nun zunächst der besonderen geschlechtlichen Differenzierung dieser

einzelnen Generationen zu. Die Gameten zeigen unter dem Einfluß der zweifachen Tendenzen zur Nährstoffanhäufung und zur Er-



Figur 1.

Pflanze von *Oedogonium* mit Oogonien (o) und Antheridien (an). (Vereinfacht nach N. Pringsheim, 1858.) as Androspore, vz vegetative Zellen.

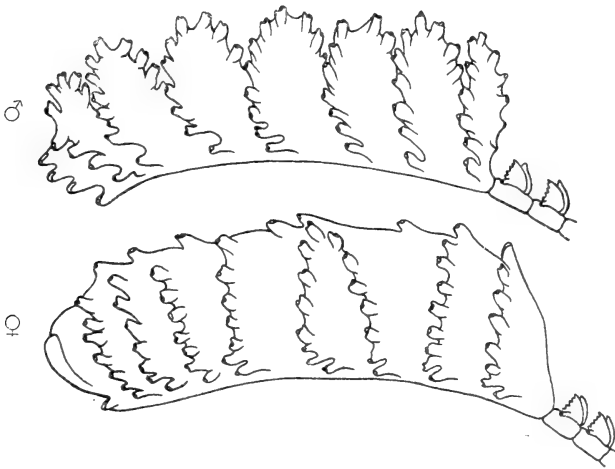
langung größerer Beweglichkeit die Differenzierung in Makro- und Mikrogameten, ihr begegnen wir dann in den homologen Geschlechtsprodukten der Tiere und Pflanzen, in Ei- und Samenzellen fast überall wieder. Die Gametocyten sind zumeist nur insofern geschlechtlich differenziert, als die eben besprochenen Formen der Gameten auch bei ihnen rückwirkend schon ihren gestaltenden Einfluß geltend machen. Selbständige, sozusagen aus der Eigenexistenz, aus der Eigenfunktion der Gametocyten sich ergebende geschlechtliche Differenzierungen sind nicht allzu häufig. Eins der schönsten Beispiele dieser Art scheint mir *Oedogonium* zu sein¹⁾ (Fig. 1). Diese zu den Grünalgen gehörige Form bildet unverzweigte Zellreihen, die auf einer Unterlage festgeheftet sind. An ihnen entstehen die kugeligen Oogonien durch Anschwellung einzelner Fadenzellen, die reichlich Chlorophyllkörner in sich anhäufen und eine feste, mit einer Öffnung versehene Membran um sich abscheiden. Es entspricht dies durchaus dem normalen Verhalten zahlreicher Algen, gänzlich abweichend dagegen verläuft der Bildungsvorgang der Antheridien. Ein solches löst sich nämlich als eine Schwärmzelle, sog. Androspore, von dem Ende eines Fadens los, schwimmt mit Hilfe eines Wimperkranzes frei umher, setzt sich dann auf einem Oogonium fest und bringt nun erst die eigentlichen Mikrogameten zur Ausbildung. Letztere treten ebenfalls als

Schwärmer auf und dringen in das Oogonium zur Befruchtung der Eizelle ein. Das Prinzip der Arbeitsteilung in Nährstoff-

¹⁾ N. PRINGSHEIM, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. Jahrb. wissensch. Botanik. I. Bd. 1858.

anhäufung und freie Beweglichkeit ist hier unmittelbar an Gametocyten wirksam geworden und hat zu einem hoch ausgeprägten Dimorphismus derselben geführt.

Die Besprechung der geschlechtlichen Differenzierung des Gametocytenträgers möchte ich zunächst zurückstellen, von ihm wird ja im Hauptteil meines Vortrages besonders zu handeln sein, dagegen sei einiges noch über geschlechtlichen Dimorphismus der Gametocytenträger 2. Ordnung vorgebracht. Bei den Tieren ist ein solcher nur spärlich nachweisbar. So sind bei den Hydroidpolypen zunächst die männlichen und weiblichen Gonangien, welche



Figur 2.

Männliche (♂) und weibliche (♀) Corbulae von *Aglaophenia diegenensis*.
(Nach Torrey & Martin, 1906.)

ja noch gänzlich der ungeschlechtlichen Generation angehören, häufig sehr verschieden in beiden Geschlechtern gestaltet, zuweilen mit besonderen Vorrichtungen zum Schutze der Brut im weiblichen Geschlecht versehen (*Sertularia*). Weiter auf die ungeschlechtliche Generation greift der Dimorphismus dann bei der zu den Plumulariiden gehörigen Gattung *Aglaophenia* über, wo die Gonangien in besonderen Behältern, sog. Corbulae, welche modifizierte Zweige darstellen, geborgen werden¹⁾. Und diese Corbulae (Fig. 2) treten nun in zwei Formen auf, von denen jeder Stamm nur eine Sorte trägt. Bei den männlichen sind die einzelnen Blättchen frei und stehen getrennt voneinander, bei den weiblichen verschmelzen die

¹⁾ H. B. TORREY and ANN MARTIN, Sexual dimorphism in *Aglaophenia*. Univ. Calif. Public. Zool. vol. 3. 1906/07.

Blättchen zu geschlossenen Behältern, welchen die Aufgabe zukommt, die jungen Schwärmlarven nach dem Ausschlüpfen eine Zeitlang zu beherbergen. Es sind also hier am weiblichen Gametocytenträger 2. Ordnung Einrichtungen zum Schutze der Brut getroffen. Und einen noch weiteren Schritt in der Ausbreitung des sexuellen Dimorphismus auf die Person des Gametocytenträgers 2. Ordnung bedeutet es, wenn bei *Hydractinia polyclina* die Hydranten der männlichen Kolonien von denen der weiblichen durch einen längeren Rüssel unterschieden sind ¹⁾.

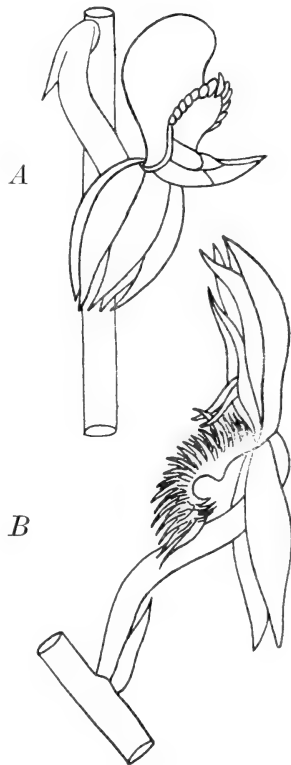
Häufiger sind naturgemäß derartige dimorphe Zustände bei den höheren Pflanzen anzutreffen, die ja eben stets Gametocytenträger 2. Ordnung darstellen. Ein Übergreifen des sexuellen Dimorphismus auf diese Person ist zunächst bei den Farnen festzustellen, welche zur Erzeugung männlicher und weiblicher Prothallien Mikro- und Makrosporangien bzw. -sporen entwickeln, und findet sich dann in der gleichen Form bei allen Phanerogamen wieder. Im weiteren Ausbreiten ergreift der Dimorphismus sodann bei letzteren zunächst die Teile der ungeschlechtlichen Generation, welche zu den eigentlichen Trägern der Geschlechtsgeneration geworden sind, die Blüten. GOEBEL ²⁾ hat neuerdings die hierher gehörigen Fälle zusammengestellt, von ihnen will ich nur einige wenige anführen. Das auffallendste Beispiel bietet wohl die Orchideengattung *Catasetum*. Männliche und weibliche Blüten sind hier vielfach so verschieden gestaltet, daß man sie lange verschiedenen Gattungen zuschrieb. So ist bei *Catasetum barbatum* (Fig. 3) in den männlichen Blüten das Labellum nach unten gekehrt, in den weiblichen nach oben, es ist ferner das Perigon bei beiden ganz verschieden geformt. Es scheint dieser Dimorphismus in unmittelbarem Zusammenhang mit der geschlechtlichen Tätigkeit zu stehen, insofern durch die Richtung des männlichen Labellums nach unten das Ausschleudern der Pollinien erleichtert wird. In zahlreichen anderen Fällen sind es die Blütenstände, die je nach dem Geschlecht ihrer Blüten verschieden gestaltet sind, so beim Mais, bei Urticaceen (*Procris*), wo sich die weiblichen Blütenachsen durch eine fleischige Verdickung auszeichnen. Sie enthalten Reservestoffe zur Ernährung des späteren Keimes. Recht spärlich sind aber dann die Fälle, wo noch weitere Teile der Pflanze in den sexuellen Dimorphismus ein-

¹⁾ G. J. ALLMAN, A monograph of the gymnoblastic or tubularian Hydroids. London 1871.

²⁾ K. GOEBEL, Über sexuellen Dimorphismus bei Pflanzen. Biolog. Centralblatt. 30. Bd. 1910.

bezogen werden. GOEBEL zählt sie alle auf. Bei Restiaceen von Australien und Südafrika soll die Verschiedenartigkeit der Geschlechter eine so große sein, daß es fast unmöglich ist, die zusammengehörigen männlichen und weiblichen Pflanzen zu bestimmen. Beim Hanf (*Cannabis sativa*) sind die männlichen Pflanzen gegenüber den weiblichen kleiner und schlanker, sie besitzen längere Internodien, schmalere und weniger reich gegliederte Blätter, ihr Wachstum schließt früher durch Blütenbildung ab. Es soll ferner bei *Ailanthus glandulosa* der männliche Baum schlanker und reichlicher verzweigt sein, er soll bei Ginkgo eine länger gestreckte Krone und weiter abstehende Zweige haben. Dies ist so gut wie alles, was bisher bekannt ist. Diese hochgradige geschlechtliche Indifferenz des Pflanzenindividuums möchte GOEBEL auf die vorherrschende Monoecie zurückführen, sowie auf den Umstand, daß Trennung der Geschlechter bei den Pflanzen zumeist aus monoecischen Zuständen hervorgegangen ist. Nun, es mag dies zweifellos seine Berechtigung haben, nicht minder bedeutsam für die Erklärung dieses Verhaltens scheint mir aber weiter zu sein, daß wir es eben hier mit einem Gametocytenträger 2. Ordnung zu tun haben, der den eigentlichen Geschlechtsgenerationen recht ferne steht, von ihnen und ihrer Tätigkeit kaum berührt wird.

Es sind die meinen bisherigen Ausführungen zugrunde liegenden Tatsachen seit langem gesichertes Allgemeingut der Wissenschaft, wie häufig aber gegen ihr klares Auseinanderhalten gefehlt wird, das zeigt schon ein oberflächlicher Blick in die Literatur. Sexueller Dimorphismus, wie er bei Prothallien von Farnen häufig ist, und solcher, wie ich ihn eben von höheren Pflanzen anführte, wird für durchaus gleichwertig erachtet; die Begriffe der Monoecie und Dioecie, die in richtiger Erkenntnis des Gegensatzes von tierischer und pflanzlicher Geschlechtsperson für letztere geprägt wurden, sie werden hundertfach auch für niedere Pflanzen und für die Tiere



Figur 3.

A weibliche, B männliche Blüte
von *Catasatum barbatum*. (Nach
K. Goebel, 1910.)

verwendet, wo eben doch nur die Ausdrücke Zwittertum und Gonochorismus zu gebrauchen wären¹⁾. Wie berechtigt die Auffassung von einer Selbständigkeit der geschlechtlichen Differenzierungsvorgänge in jeder der genannten vier Generationen (Gameten, Gametocyten, Gametocytenträger 1. und 2. Ordnung) ist, wie aber andererseits die Vorgänge geschlechtlicher Differenzierung daselbst bei aller Selbständigkeit durchaus parallel verlaufen können, das möchte ich noch an einem besonderen Beispiel zeigen.

Ihnen allen ist bekannt, wie bei Trematoden aus typischer ursprünglicher Zwitterorganisation sich die Getrenntgeschlechtlichkeit von *Bilharzia* (*Schistosomum*) mit hoch ausgeprägtem Dimorphismus der Geschlechter ausgebildet hat. Das Männchen ist kleiner und breiter, seine Hautoberfläche ist mit Papillen besetzt, seine Bauchfläche zum Canalis gynaecophorus eingerollt. Das Weibchen ist dagegen von langer und dünner Körperform. Im Inneren ist beim Männchen nur noch der männliche, beim Weibchen nur noch der weibliche Genitalapparat entwickelt. Ähnliche Erscheinungen sind durch ODHNER²⁾ von *Wedlia bipartita* bekannt geworden. Man findet von diesem an den Kiemen des Thunfisches schmarotzenden Wurm stets je ein Pärchen in eine besondere Cyste eingeschlossen, beide Geschlechter voneinander unterschieden durch die Ausbildung nur eines Genitalapparates, des männlichen oder des weiblichen, wobei aber die Ableitung aus ursprünglichen Zwitterformen sich noch deutlich in den Rudimenten des entgegengesetzten Genitalapparates ausprägt.

Nun, genau den gleichen Vorgang einer Ausbildung von geschlechtlichem Dimorphismus aus Zwittertum heraus, wie wir ihn soeben von einem Gametocytenträger kennen lernten, können wir auch bei Gametocyten verfolgen, und zwar bei den ciliaten Infusorien. Hier produziert ja jedes in geschlechtliche Tätigkeit eintretende Individuum aus einer Teilung seines Mikronuclens zwei geschlechtlich sich zum mindesten äußerlich verschieden verhaltende Gametenkerne, woraus in konsequenter Anwendung meiner früheren Dar-

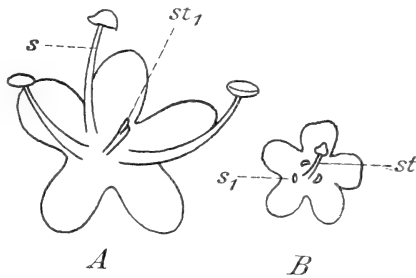
¹⁾ Die klare Scheidung dieser Begriffe hat schon seit langem E. HAECKEL in seiner „Generellen Morphologie (1866)“ durchgeführt und neuerdings (Gonochorismus und Hermaphroditismus, 1913) wiederum scharf betont, auch eine Reihe einzelner Sexualitätsstufen (Sexualität der Zelle, des Prosopon, des Stocks) unterschieden, von denen die erste Gamet und Gametocyten enthalten würde, die beiden letzten meinen beiden Gametocytenträgern gleich zu stellen wären.

²⁾ T. ODHNER, Zur Anatomie der Didymozoen. Zool. Studier Tullberg. Uppsala 1907.

legungen der Wert eines solchen Infusors als der eines zwittrigen Gametocyten sich ergibt. Und nun kann auch dieser Zustand sich in Getrenntgeschlechtlichkeit verbunden mit sexuellem Dimorphismus verwandeln. Die Vorticellen sind festsitzende Infusorien. Zur Zeit der Konjugation, also der geschlechtlichen Fortpflanzung, behält ein Teil der Individuen seine normale Form bei, daneben treten andere auf, welche viel kleiner sind, denen der Stiel fehlt, und die an Stelle des eingezogenen Mundfeldes im Bereich des hinteren Körperabschnittes einen neuen Wimperkranz herausgebildet haben. Mit Hilfe dieses letzteren schwärmt der Konjugant frei umher, sucht einen festsitzenden Partner auf, heftet sich an ihm fest, läßt seinen Körperinhalt in jenen überfließen und bewirkt so Kernverschmelzung zur Bildung eines neuen Individuums auf der Grundlage des festsitzenden Geschlechtstieres. Dieses muß als weiblich empfangend angesehen werden, das frei umherschwärmende als männlich befruchtend, auch hier haben wir, ganz wie bei *Oedogonium*, geschlechtlich dimorphe Gametocyten vor uns, nur hier hervorgegangen aus Zwittertum.

Und endlich begegnen wir durchaus Analogem auch bei den Gametocytenträgern 2. Ordnung — um nun auch die jenseitige Entwicklungsstufe zu betrachten —, und zwar dann, wenn bei Pflanzen aus Monöcie (entsprechend Zwittertum) Diöcie (entsprechend Gonochorismus) hervorgeht und damit sexueller Dimorphismus verbunden ist. Ich will mich mit der Anführung eines Beispielen begnügen, der Blüten von *Valeriana*-Arten (Fig. 4). Es sind hier die männlichen Blüten mit bedeutend größeren Blumenkronen versehen als die weiblichen. Aber die Ableitung aus Blüten mit vereinigten Geschlechtern ist noch deutlich an Rudimenten von Griffeln in der männlichen, von Staubblättern in der weiblichen Blüte nachweisbar. Diese Vorgänge der sexuellen Differenzierung sind wiederum durchaus in Parallele zu stellen mit denen bei Trematoden und Vorticellen; wie dort an Gametocytenträger und Gametocyten, so haben sie sich nun hier an einem Gametocytenträger 2. Ordnung abgespielt.

Ich glaube, damit die Stellung der Geschlechtsperson, der wir nun unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden wollen, genügend



Figur 4.

A männliche, B weibliche Blüte von *Valeriana montana*. (Nach K. Goebel, 1910.)

s Staubgefäße (s_1 rudim.),
st Stempel (st_1 rudim.).

scharf präzisiert zu haben. Es soll dies der Gametocytenträger sein, der also in die Erscheinung tritt bei allen mehrzelligen Algen und Pilzen, bei der geschlechtlichen Generation der Moose und Farne sowie bei allen Tieren, wenn wir jetzt von der besonderen Individualitätsstufe der Stockbildung absehen. Dieser Gametocytenträger ist zunächst geschlechtlich völlig indifferent. Er ist der Träger von Oogonien und Antheridien, von Ovarien und Spermatarien, nichts weiter. Es ist zunächst fast allenthalben gänzlich gleichgültig, ob die beiderlei Organe zur Produktion von Geschlechtszellen auf dem gleichen Gametocytenträger als Geschlechtsindividuum oder auf getrennten sich entwickeln. Das sehen wir zunächst auf der niedersten Stufe, bei den Algen¹⁾. Schon bei *Volvox* haben wir Formen, welche wie *aureus* Antheridien und Oogonien auf verschiedene Kolonien verteilt zeigen, neben solchen, welche wie *globator* in zwittrigem Verhalten Antheridien und Oogonien an demselben Individuum vereinigen, ohne daß indessen jeweils bei der betreffenden Form der genannte Zustand absolut fest fixiert wäre und keine Ausnahmen zuträfen. Dem gleichen begegnen wir bei höheren Typen. Bei der zu den Schlauchalgen (Siphonales) gehörigen Gattung *Vaucheria* ist *dichotoma* gonochoristisch, sind die übrigen Arten zwittrig. Ähnliches gilt von der Gattung *Bryopsis* aus der gleichen Gruppe, ähnliches von manchen Braunalgen (Phaeophyceen), wo *Fucus platycarpus* zwittrig, *F. vesiculosus* dagegen gonochoristisch ist, ähnliches von Rotalgen (Rhodophyceen), wo die Arten der Gattung *Batrachospermum* teils zwittrig, teils gonochoristisch sind. Dem gleichen Schwanken in der Verteilung der Geschlechter begegnen wir bei Characeen, dem gleichen bei den Geschlechtsgenerationen der Moose und Farne, zuweilen wechselnd auch hier bei Arten derselben Gattung.

Ganz ebenso steht es bei den Tieren. Die niedersten Gametocytenträger wären hier die Spongien, von ihnen sind die einen, wie *Ephydatia fluviatilis*, *Aplysiella* getrennten Geschlechts, andere wie *Sycandra*, viele Hornschwämme zwittrig. Unter den Hydroiden ist das schwankende Verhalten besonders auffällig bei unserem Süßwasserpolyphen, der Gattung *Hydra*. *H. fusca* ist stets gonochoristisch, *viridis* stets zwittrig, bei *grisea* scheint beides vorzukommen. Am drastischsten aber wird der Wechsel geschlechtlichen Verhaltens wohl charakterisiert durch die Edelkoralle, *Corallium*

¹⁾ Vgl. zum folgenden: FR. OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen. 1. u. 2. Bd. Jena 1904/05.

*rubrum*¹⁾. Hier kann ein Korallenstock bald nur männliche, bald nur weibliche Individuen zeigen, dann können beiderlei Geschlechtspersonen auf demselben Stock, aber auf getrennten Zweigkomplexen sich finden, dann können sie am gleichen Stock bunt durcheinander gemischt sein, es können endlich Ovarien und Spermarien am gleichen Polypen nebeneinander auftreten. Gewiß alle nur denkbaren Zustände bei der gleichen Tierart.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie die Art der Verteilung der Geschlechtsprodukte auf dem Gametocytenträger zunächst völlig gleichgültig ist. Derselbe ist eben geschlechtlich zunächst völlig indifferent; worauf es ankommt, das ist nur die Produktion zweier verschieden gestalteter Geschlechtszellen, die aus ihrer Verschiedenheit heraus allein das differente Aussehen ihrer zugehörigen Gametocyten- generation — Oogonien und Anthridien bei den Pflanzen, Ovarien und Spermarien bei den Tieren — bedingen. Alle Spekulationen, welche bald den Gonochorismus, bald Zwittertum am Gametocytenträger als das Primäre hinstellen wollen, sind gänzlich hinfällig, beide Begriffe bedeuten zunächst absolut keinen Gegensatz, können unmittelbar nebeneinander bestehen. Zwar beim Übergang zu den höheren Tieren gewinnt Zwittertum zunächst das Übergewicht, die Ctenophoren und die eigentlichen Plattwürmer sind durchaus zwittrig veranlagt. In ihnen steckt ja zweifellos die Wurzel der höheren Formen, aber wie wenig selbst von hier aus gerechnet Zwittertum als solches ein fixierter Zustand dieses Metazoenstammes im besonderen ist, das zeigt uns seine Fortführung in den Nemertinen, wo neben Zwittertum Getrenntgeschlechtlichkeit vorherrscht. Und so ließe sich die Nebeneinanderstellung durch alle höheren Tiergruppen hin durchführen; wohl kann der eine oder der andere Zweig vorwiegend den einen Zustand aufweisen, es kann der eine Zustand aus dem anderen sich zur konstanten Erscheinung herausbilden, und dann dieser oder jener als der primäre erscheinen. Aber nicht geht es an, in ganz allgemeinem Zusammenhange den einen Zustand vor dem anderen als den primären anzusprechen.

Der ursprüngliche Zustand geschlechtlicher Indifferenz prägt sich an dem Gametocytenträger ferner darin aus, daß er vorerst zumeist keinerlei selbständige Differenzierungen nach der Richtung geschlechtlicher Betätigung hin aufweist. Bei Algen und Pilzen

¹⁾ H. LACAZE-DUTHIERS, Histoire naturelle du corail. Paris 1864.

fehlen solche so gut wie ganz. Bei heterothallischen *Mucor*-Mycelien ¹⁾ hat man bei den (+)Rassen eine größere Üppigkeit der vegetativen Wachstumsformen gegenüber den geschlechtlich gegenteiligen (—)Rassen festgestellt. Bei Moosen und Farnen finden sich zuweilen Unterschiede in den Trägern von Antheridien und Oogonien, insofern die ersteren kleiner und einfacher organisiert sein können als die weiblichen. Unter den Tieren sind bei den Spongien am Schwammkörper noch keinerlei Anzeichen geschlechtlicher Differenzierung nachweisbar, recht spärlich sind solche bei Coelenteraten (Dichromatismus bei einigen Medusen ²⁾), Einrichtungen zum Schutze der Brut bei der Medusengattung *Eleutheria* ³⁾ sowie vor allem bei arktischen und antarktischen Aktinien ⁴⁾).

Erst bei den höher differenzierten Metazoen begegnen wir dann in steigendem Maße einer Einbeziehung der Geschlechtsperson vom Werte eines Gametocyten-trägers in die direkte geschlechtliche Betätigung und damit ihrer besonderen geschlechtlichen Weiter- und Umbildung. Ganz allgemein gesprochen haben die daraus hervorgehenden neuen Eigenschaften in irgendeiner Weise die Förderung des Zusammentreffens der Geschlechtsprodukte oder die Sicherung der Weiterentwicklung des aus diesem Zusammentreffen sich ergebenden neuen Individuums zu leisten. Treten derartige neue Eigenschaften bei Zwittern auf, so besitzen sie durchaus in allem den Charakter von Artmerkmalen, welche sämtlichen Individuen der betreffenden Art zukommen. Es würde dies beispielsweise gelten für die Bruteinrichtung des zwitterigen Röhrenwurms *Spirorbis* ⁵⁾, wo der zweite Kiemenstrahl der rechten Seite zu dem die Embryonen beherbergenden Operculum umgebildet ist. Oder, um eine andere Gruppe von Merkmalen heranzuziehen, es würde dies Geltung haben, wenn bei Turbellarien besondere geschlechtliche Reizorgane auftreten, wenn ebensolche bei Landpulmonaten sich in den mannigfachen Bildungen der Liebespfeile und verwandter Organe zeigen. Überall gehören diese ausschließlich im Dienst geschlechtlicher Betätigung stehenden Organe durchaus allen Individuen der betreffenden Art an, ja können, wie gerade

1) A. FR. BLAKESLEE, Sexual reproduction in the Mucorineae. Proceed. Americ. Acad. Arts and Sci. vol. 40. 1905.

2) A. G. MAYER, Medusae of the world. Publicat. Carnegie Instit. 1910.

3) CL. HARTLAUB, Über den Bau der Eleutheria. Zool. Anzeiger. 9. Bd. 1886.

4) O. CARLGREN, Die Brutpflege der Actiniarien. Biol. Ctrbl. 21. Bd. 1901.

5) E. ELSLER, Deckel und Brutpflege bei *Spirorbis*. Zeitschr. wiss. Zool. 87. Bd. 1907.

in dem zuletzt erwähnten Beispiel, eine sehr hohe Bedeutung für die Unterscheidung der einzelnen Arten gewinnen, stellen also typischste Artmerkmale dar. Komplizierter gestaltet sich dann aber das Problem bei den getrennt geschlechtlichen Formen. Hier sind die neu auftretenden, im Dienst der Geschlechtlichkeit stehenden Organe an die Gegenwart der einen oder der anderen Geschlechtsdrüse geknüpft, treten also jeweils nur an der einen Hälfte der Gesamtheit der Artgenossen auf, es bildet sich ein sexueller Dimorphismus heraus. Und dieser Dimorphismus kann schließlich über den ganzen Körper sich ausdehnen, kann alle Teile und Organe desselben durchdringen, so daß beispielsweise bei Schmetterlingen, wie STECHE¹⁾ und nach ihm GEYER²⁾ gezeigt haben, sogar die Haemolympe und die Darmzellen sexuell differenziert sind. Dieser Dimorphismus bringt es mit sich, daß im allgemeinen die sexuell differenzierten Merkmale in einen bestimmten Gegensatz zu den der ganzen Art angehörenden Artmerkmalen treten. Man pflegt sie im Gegensatz zu letzteren wie zu den primär dem Gametocytenträger zugeteilten Geschlechtsdrüsen als sekundäre Geschlechtsmerkmale zu bezeichnen, neuerdings wohl auch nach dem Vorgange von POLL³⁾ als accidentale gegenüber den essentialen Keimdrüsen. Mit ihnen werden wir uns nun im besonderen zu befassen haben.

Die allgemeine Vorstellung von der allmählichen Herausbildung dieser Merkmale am Gametocytenträger, wie ich sie bis jetzt entwickelt habe, läßt es zunächst als ganz selbstverständlich erscheinen, daß dieselben ihrer Entstehung nach durchaus an die Gegenwart derjenigen Geschlechtsdrüse gebunden sind, welche die betreffende Geschlechtsperson in sich trägt. Dies lehrt uns ja auch ohne weiteres die tägliche Beobachtung, welche uns stets bestimmte Merkmale mit dem Besitze einer bestimmten Geschlechtsdrüse verknüpft zeigt. Das zeigten ferner die Beobachtungen an natürlichen anormalen Zwittern, im besonderen an halbseitigen Zwittern,

¹⁾ O. STECHE, Beobachtungen über Geschlechtsunterschiede der Haemolympe von Insektenlarven. Verhandl. Deutschen Zoolog. Gesellsch. 22. Versamml. 1912.

O. STECHE, Die sekundären Geschlechtscharaktere der Insekten und das Problem der Vererbung des Geschlechts. Zeitschr. indukt. Abstamm.- und Vererbungslehre. 8. Bd. 1912.

²⁾ K. GEYER, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Insektenhaemolympe und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung. Zeitschr. wissensch. Zool. 105. Bd. 1913.

³⁾ H. POLL, Zur Lehre von den sekundären Sexualcharakteren. Sitzber. Gesellschaft Naturforsch. Freunde Berlin. Jahrgang 1909.

bei denen Geschlechtsdrüse und sekundäre Geschlechtsmerkmale in genauester Korrelation zueinander standen. Diese halbseitigen Zwitter sind dadurch ausgezeichnet, daß bei ihnen äußerlich die eine Körperhälfte rein männlich, die andere rein weiblich ist, während im Inneren dann entsprechend auf der männlichen Seite ein Hoden nebst männlichen Leitungswegen, auf der weiblichen ein Ovarium nebst weiblichen Ausführgängen sich findet. Es sind derartige Zwitter besonders von Schmetterlingen und einzelnen Singvögeln (Buchfink, Blutfink) bekannt geworden¹⁾. Und drittens demonstrierte die enge Verknüpfung von Geschlechtsdrüsen und entsprechenden Geschlechtscharakteren die einfachste Form des hier möglichen Experiments, die Kastration, insofern die Wegnahme der Geschlechtsdrüse einen gleichzeitigen Verlust der zugehörigen Sexualcharaktere zur Folge hatte.

Dies galt für lange Zeit, bis dann sowohl Beobachtung wie Experiment auf Erscheinungen stießen, die in diametralem Gegensatz zu diesen zunächst so selbstverständlich erscheinenden Zusammenhängen standen. Da fanden sich Schmetterlingszwitter, die äußerlich genau halbiert waren, innerlich aber durchaus nur die weiblichen Geschlechtsdrüsen aufwiesen, es fehlte also die korrelative Keimdrüse der männlichen Körperhälfte. Zahlreiche Fälle von Zwittertum wurden vom Menschen bekannt, wo ebenfalls die geforderte Korrelation aufs empfindlichste gestört war, mit dem Besitz von Hoden konnten sich weibliche äußere Genitalien, weiblicher Gesamthabitus verbinden.

Noch sehr viel widersprechender gestalteten sich die Ergebnisse der experimentellen Kastration. Neben die Fälle, welche ganz zweifellos innige Beziehungen zwischen äußeren Geschlechtsmerkmalen und spezifischer Geschlechtsdrüse dartun — kastrierte Frösche entwickeln keine Daumenschwielen im männlichen Geschlecht, kastrierte männliche Wassersalamander unterlassen die Ausbildung von Rückenamm und Schwanzsaum, kastrierte Hähne zeigen eine Schrumpfung der häutigen Kopfanhänge, kastrierte männliche Hirsche setzen kein Geweih mehr auf —, neben solche Fälle treten andere, die das genau gegenteilige Ergebnis hatten. Auf jüngsten Entwicklungsstadien kastrierte Raupen beiderlei Geschlechts lieferten Falter,

¹⁾ Vergleiche dazu: J. MEISENHEIMER, Experimentelle Studien zur Soma- und Geschlechtsdifferenzierung. I. Jena 1909.

M. WEBER, Über einen Fall von Hermaphroditismus bei *Fringilla coelebs*. Zoolog. Anzeiger. 13. Jahrg. 1890.

O. HEINROTH, Ein lateral hermaphroditisch gefärbter Gimpel. Sitzber. Gesellsch. Naturforsch. Freunde Berlin. Jahrgang 1909.

die keinerlei Veränderung ihres so hochgradig an Fühlern, Flügeln und Körperbehaarung ausgeprägten Geschlechtscharakters erkennen ließen, kastrierte Grillen behielten völlig ihren ursprünglichen Geschlechtshabitus bei ¹⁾.

Einen weiteren Ausbau erfuhr diese einfachste Experimentiermethode dann durch Einführung der Gonadentransplantation, indem nach vollzogener Kastration die Geschlechtsdrüsenanlagen des entgegengesetzten Geschlechts in den Kastraten überpflanzt und hier zur Weiterentwicklung gebracht wurden. Um die Resultate gleich vorwegzunehmen, die soeben bei der Kastration charakterisierten Gegensätze im Ausfall der Reaktionen blieben die gleichen. Ich greife die prägnantesten Versuchsreihen heraus. Es gelang STEINACH ²⁾, bei jugendlichen Männchen von Ratten und Meerschweinchen eine erfolgreiche Ovarialtransplantation durchzuführen, derart, daß die überpflanzten Ovarien im kastrierten männlichen Körper anheilten und bis zur Reifung normaler Eizellen weiterwuchsen. Auf die sekundären Geschlechtscharaktere war diese Operation von eingreifendster Wirkung. Die in Entwicklung begriffenen männlichen Merkmale, wie Geschlechtsanhangsdrüsen und Peniswellkörper, wurden nicht nur, wie es auch bei einfacher Kastration der Fall ist, in ihrem Wachstum verlangsamt, sondern blieben unmittelbar auf der jeweiligen jugendlichen Entwicklungsstufe stehen. Ja, die Wirkung ging noch weiter, indifferente Anlagen des Männchens konnten sich unter dem Einfluß des überpflanzten Ovariums zu typischen weiblichen Organen umgestalten. Die Mammarorgane entwickelten Brustwarzen, Warzenhöfe und Milchdrüsen in Form und Größe normaler weiblicher Organe von strotzender Fülle. Auch der Gesamthabitus des Körpers wird verändert. Das normale stärkere Wachstum des männlichen Körpers wird aufgehalten, es entstehen Tiere mit schwächerem Kopf, schlankere Gestalt, geringerer Körperlänge, alles spezifisch weibliche Merkmale, die sich besonders klar am Skelett der operierten Tiere nachweisen lassen. Die männlichen Implantationstiere zeigen weiter an Stelle des rauhen, oft

¹⁾ Siehe die ältere Literatur über diesen Abschnitt bei J. MEISENHEIMER, l. c. (1909); ferner:

GIOVANNI BRESCA, Experimentelle Untersuchungen über die sekundären Sexualcharaktere der Tritonen. Arch. Entwickl.-Mechan. Organismen. vol. 29. 1910.

J. REGEN, Kastration und ihre Folgeerscheinungen bei *Gryllus campestris*. Zoolog. Anzeiger. 34. 35. Bd. 1909. 1910.

²⁾ E. STEINACH, Willkürliche Umwandlung von Säugetier-Männchen in Tiere mit ausgeprägt weiblichen Charakteren und weiblicher Psyche. Archiv ges. Physiologie. 144. Bd. 1912.

struppigen Haarkleides der Männchen das glatte und seidenartige Haar der Weibchen, sie weisen ferner lokale Fettbildung auf, ein ausgesprochen weibliches Geschlechtsmerkmal. Kurz, die jungen Männchen haben unter dem Einfluß der ihrem Körper einverleibten Ovarien einen durchaus weiblichen Charakter angenommen, erscheinen feminiert. Dieser angenommene Charakter erstreckt sich sogar auf die psychischen Geschlechtsmerkmale. Es fehlt den feminierten Männchen jegliche Spur männlichen Geschlechtstriebes, ja noch mehr, sie lassen Anzeichen weiblichen Geschlechtsempfindens erkennen, wie es sich in dem Benehmen gegen zudringliche Männchen ausprägt. Alles dies kann nur auf die besondere direkte Wirkung der implantierten Ovarien zurückgeführt werden, da reine Kastraten diese Umstimmung des Geschlechts nicht zeigen.

Und nun ein zweites, nicht weniger genau analysiertes Beispiel erfolgreicher Gonadentransplantation, Untersuchen an Schmetterlingen, deren Grundlagen ich ¹⁾ selbst zuerst von *Lymantria dispar* gegeben habe und die dann vollinhaltlich von KOPEĆ ²⁾ bestätigt worden sind. Die Transplantation von Hoden und Ovarien in Körper des entgegengesetzten Geschlechts gelingt auch hier schon auf ganz jungen Entwicklungsstadien, auf Raupenstadien zwischen zweiter und dritter Häutung. Auch hier wachsen die jung übertragenen Ovarial- oder Hodenanlagen im Körper des entgegengesetzten Geschlechts zu vollentwickelten Organen aus, so daß sie von normalen bis in die feinsten Einzelheiten des histologischen Aufbaus hinein nicht zu unterscheiden sind. Aber das Verhalten der sekundären Geschlechtsmerkmale gegenüber den geschlechtsfremden Gonaden ist hier ein ganz anderes als bei den vorhin besprochenen Säugetieren. Männchen, welche vollentwickelte Ovarien in ihrem Innern trugen, waren absolut unveränderte typische Männchen in ihrem Äußeren, in Körpergestalt und -behaarung, in Flügelform und Flügel-färbung wie in Fühlerbildung. Das gleiche gilt für Weibchen mit überpflanzten Hoden im Inneren, auch sie waren unveränderte Weibchen geblieben. Selbst bei so hochgradig dimorphen Faltern wie *Orgyia gonostigma*, bei welcher Art der weibliche Falter nur ganz rudimentäre Flügel aufweist, selbst hier war keinerlei Einfluß transplanterter geschlechtsfremder Gonaden auf die äußeren Geschlechtsmerkmale nachweisbar. Und ganz entsprechend blieben auch die Sexualinstinkte völlig unbeeinflußt. Männchen des Schwamm-

¹⁾ J. MEISENHEIMER, l. c. 1909.

²⁾ ST. KOPEĆ, Untersuchungen über Kastration und Transplantation bei Schmetterlingen. Archiv f. Entwickl.-Mechan. der Organismen. 33. Bd. 1911.

spinners, deren Hinterleib von den im Inneren entwickelten Eiern stark aufgetrieben war, zeigten unveränderten starken männlichen Geschlechtstrieb, suchten sofort die beigesetzten Weibchen auf und gingen eine stundenlang dauernde Kopula ein, obwohl jede Möglichkeit einer Samenejakulation fehlte. Operierte Weibchen setzten die Wolle ihres Hinterleibes wie bei einer normalen Eiablage ab, obwohl sie zu einer solchen nicht mehr fähig waren.

Das sind zwei Gegensätze, wie sie schärfer kaum gedacht werden können, überall und in allem das genaueste Gegenteil bei Säugetieren und Schmetterlingen. Für sich betrachtet müssen diese Gegensätze unüberbrückbar erscheinen, es wird also zunächst unsere fernere Aufgabe sein, nach weiterem Tatsachenmaterial zu suchen, um eine ausgedehntere vergleichende Basis zu gewinnen. Solches Material haben uns bis jetzt vor allem entsprechende Experimente an anderen Wirbeltieren geliefert. Ganz mit den an Säugetieren gewonnenen Ergebnissen stimmt es überein, wenn bei Kapaunen die Wirkungen der Kastration durch erneute Zufuhr von Hodensubstanz (auf dem Wege der Verfütterung oder der Transplantation) aufgehoben werden konnten und ein verstärktes Wachstum der vorher rückgebildeten Kämme und Bartlappen erzielt wurde ¹⁾; wenn ferner bei Hennen durch subkutan injizierten Hodenextrakt männliche Charaktere, wie starkentwickelte Kämme und Bartlappen, ausgesprochene Streitlust, hervorgerufen werden konnten ²⁾. Wozu freilich bemerkt werden muß, daß SMITH ³⁾ bei einer Nachprüfung dieser letzteren Experimente zu einem negativen Ergebnis kam. Von besonderer Bedeutung sind aber in diesem Zusammenhange die Experimente an Fröschen. Ich erwähnte vorhin schon, daß kastrierte Froschmännchen die charakteristischen zur Brunstzeit auftretenden Daumenschwielen zurückbildeten. NUSSBAUM ⁴⁾ zeigte aber dann weiter, daß in die Hautlymphsäcke kastrierter Frösche implantierte Hodensubstanz ein erneutes Wachstum der Daumenschwielen zur Folge hatte, womit zum wenigsten eine positive Leistung der Geschlechtsdrüse in der Hervorbringung eines zugehörigen Geschlechtsmerkmals

¹⁾ A. LOEWY, Neuere Untersuchungen zur Physiologie der Geschlechtsorgane. Ergebn. der Physiol. 1903.

²⁾ C. E. WALKER, The influence of the testis upon the secondary sexual characters of fowls. Proceed. Royal Society of Medicine. 1908.

³⁾ G. SMITH, On the effects of testis-extract injections upon fowls. Quart. Journ. micr. sc. N. S. vol. 56. 1911.

⁴⁾ M. NUSSBAUM, Hoden- und Brunstorgane des braunen Landfrosches (*Rana fusca*). Archiv ges. Physiologie. 126. Bd. 1909.

bewiesen schien. In der Folge wurde dieses Verhalten durch einige Schüler NUSSBAUM's¹⁾ sowie durch mich selbst²⁾ bestätigt, zugleich aber auch die Versuchsreihe insofern noch weiter ergänzt, als den kastrierten Fröschen an Stelle von Hoden Ovarialsubstanz in die Hautlymphsäcke implantiert wurde. Bei meinen eigenen Untersuchungen mit dem Erfolge, daß die im Laufe des monatelang dauernden kastrierten Zustandes völlig rückgebildeten Daumenschwielen ebenfalls von neuem zur Entwicklung angeregt wurden, wenn auch nicht in dem gleich hohen Maße wie bei Hodensubstanz. Des weiteren haben übrigens derartige Versuchsreihen recht bemerkenswerte Gegensätze des Erfolgs zu verzeichnen. Während STEINACH³⁾ in voller Harmonie mit meinen Ergebnissen bei kastrierten Froschmännchen den spezifischen männlichen Umklammerungsreflex durch Hoden- wie Ovarialsubstanz erneut auszulösen vermochte, kam HARMS bei ähnlichen Versuchen zu keinerlei entscheidenden Ergebnissen, und sind neuerdings alle eben erwähnten Reaktionen (an Fröschen) von SMITH und SCHUSTER⁴⁾ auf Grund eigener Beobachtungen gänzlich geleugnet worden. Ganz neuerdings hat SMITH⁵⁾ dann besonders aus dem Grunde Einspruch gegen meine Befunde erhoben, weil er an einem Froschkastraten nachträglich eine Regeneration der Daumenschwiele beobachten konnte. Indessen liegt das Entscheidende meiner Versuchsreihen darin, daß eine bestimmte Anzahl unter gleichen Verhältnissen gehaltener kastrierter Froschmännchen bei den zu einer bestimmten Zeit vorgenommenen Implantationen nach wenigen Wochen deutlich die drei verschiedenen, präzise abgestuften Reaktionsausfälle von völliger Indifferenz (bei Kastraten), schwacher (bei Ovarial-) und stärkerer (bei Hodenimplantation) Ausbildung der Daumenschwielen zeigte. Ich möchte diese Reaktionen mit der Bildung von Niederschlägen bei einem

¹⁾ W. HARMS, Hoden- und Ovarialinjektionen bei *Rana fusca*-Kastraten. Archiv ges. Physiologie. 132. Bd. 1910.

R. MEYNS, Über Froschhodentransplantation. Archiv ges. Physiologie. 132. Bd. 1910.

²⁾ J. MEISENHEIMER, Experimentelle Studien zur Soma- und Geschlechtsdifferenzierung. II. Jena 1912.

³⁾ E. STEINACH, Geschlechtstrieb und echt sekundäre Geschlechtsmerkmale als Folge der innersekretorischen Funktion der Keimdrüsen. Zentralblatt für Physiologie. Bd. 24. 1910.

⁴⁾ G. SMITH and E. SCHUSTER, On the effects of the removal and transplantation of the gonad in the frog. Quarterly Journ. micr. sc. N. S. vol. 57. 1912.

⁵⁾ G. SMITH, On the effect of castration on the thumb of the frog. Zoolog. Anzeiger. 41. Bd. 1913.

chemischen Experiment vergleichen. Ihre Beweiskraft wird dadurch nicht beseitigt, daß von dem komplizierten Komplex der hier wirkenden Faktoren zuzeiten auch noch andere in Wirksamkeit treten können, worüber später noch zu sprechen sein wird.

Eine Abhängigkeit sekundärer Geschlechtsmerkmale von der zugehörigen spezifischen Geschlechtsdrüse hat aber dann noch ein ganz anderes Beobachtungsgebiet ergeben, nämlich das Studium der parasitären Kastration. Bei der von einer *Sacculina* befallenen Krabbe *Inachus mauretanicus* bildet sich nach den neueren eingehenden Untersuchungen von SMITH ¹⁾ im weiblichen Geschlecht das Ovarium vollständig zurück ohne gleichzeitige oder nachfolgende Veränderung des spezifischen äußeren weiblichen Habitus. Im Gegensatz dazu ist bei der männlichen Krabbe mit dem Schwinden der Gonade eine tief eingreifende Umgestaltung des äußeren Habitus verbunden, insofern derselbe weiblichen Charakter annimmt, wie es sich besonders in der veränderten Gestalt des Abdomens und der Abdominalanhänge ausprägt. Und diese Veränderungen stehen nun in ganz bestimmten Beziehungen zu inneren physiologischen Vorgängen. SMITH glaubt nämlich den Nachweis erbracht zu haben, daß die im Körper der *Inachus*-Krabbe verbreiteten Wurzelfäden der *Sacculina* im Blute der Krabbe die gleichen Dottersubstanzen niederzuschlagen vermögen, wie sie normalerweise im Eierstock sich finden. Diese Dotterpartikelchen hält SMITH dann weiter für gleichbedeutend mit den geschlechtlichen, hier spezifisch weiblichen Bildungssubstanzen, und sie sollen nun, während sie im Blute der Männchen zirkulieren, ihre entsprechenden, also weiblichen äußeren Geschlechtsmerkmale hervorrufen. Ja, wenn der Parasit dann schließlich abgestorben ist, so entsteht nicht selten im Körper der ursprünglich männlichen, dann äußerlich weiblich gewordenen Krabbe auch noch ein Ovarium, gebildet aus den vom Parasiten im Blut des Wirtes erzeugten, aber nun nicht mehr zur eigenen Ernährung aufgebrauchten Dottersubstanzen. Hier hätten wir also, wenn die ganze Deutung der physiologischen Vorgänge richtig ist, ebenfalls einen ganz unzweifelhaften spezifischen Einfluß primärer Geschlechtsdrüsensubstanz auf die Ausbildung der entsprechenden äußeren Geschlechtsmerkmale vor uns.

Wie läßt sich nun eine einigermaßen einheitliche Auffassung dieser so sehr miteinander in Widerspruch stehenden Tatsachen gewinnen? Auf einen möglichen Weg zum Verständnis habe ich schon

¹⁾ G. SMITH, Further observations on parasitic castration. Quarterly Journ. microsc. science. N. S. vol. 55. 1910.

bei einer früheren Gelegenheit¹⁾ hingewiesen. Die Unabhängigkeit von sekundären Geschlechtsmerkmalen und Gonaden, wie sie sich bei Schmetterlingen zeigt, zum Ausgangspunkt wählend, betonte ich mit besonderem Nachdruck, daß die bis damals bekannten Fälle eines entgegengesetzten Verhaltens, also einer Abhängigkeit beider Organkomplexe, im wesentlichen solche Organe betrafen, die, wie die Daumenschwielen der Frösche, die Bartlappen der Hähne, die Geweihe der Hirsche, periodisch als Brunstorgane auftreten oder wenigstens periodisch eine erhöhte Entfaltung und Betätigung zeigten, mithin in besonders hohem Maße zu dieser Zeit einen ungestörten, ja gesteigerten Stoffumsatz des ganzen Organismus erforderten. Da nun ferner rein physiologische Untersuchungen eine sehr starke Herabsetzung des Stoffwechsels unter dem Einfluß der Kastration festgestellt haben, so lag es nahe, diesen herabgesetzten Stoffwechsel für die Ausfallerscheinungen, die bei Kastration an den sekundären Geschlechtsmerkmalen auftreten, verantwortlich zu machen. Andererseits wäre die positive Reaktion der genannten männlichen Sexualcharaktere auf die erneute Zufuhr von Hoden-Substanz auf den dadurch wiederum angeregten erhöhten Stoffumsatz zurückzuführen. Es ginge also dann in diesen Fällen nicht eine spezifische, entwicklungsauslösende oder formerhaltende Wirkung von den Geschlechtsdrüsen aus, sondern diese wirkten mehr indirekt durch ihre Beeinflussung des gesamten Stoffwechsels, durch ihre Eigenschaft als integrierender Bestandteil des ganzen Organismus, dessen Fehlen so gut wie das jedes anderen Organes den Gesamtorganismus und damit auch die Brunstorgane in ihrer Entwicklung schädigen mußte. Eine Stütze erfuhr diese physiologische Deutungsweise dadurch, daß, wie ich vorhin schon auseinander setzte, bei kastrierten Froschmännchen nicht nur Hoden-, sondern auch Ovarialsubstanz die Entwicklung männlicher Brunstorgane und männlicher Geschlechtsinstinkte von neuem auszulösen vermag. Männliche und weibliche Geschlechtsdrüsen wirken eben dann hier nicht als spezifische Organe des einen oder des anderen Geschlechts, sondern als physiologisch gleichwertige Bestandteile des Körperganzen.

Nun, so unzweifelhaft derartige Wirkungen bestehen, ich bin heute selbst überzeugt, daß sie keineswegs ausreichen, um die Gegensätze völlig auszugleichen. Es kommt noch etwas anderes hinzu, und dies liegt in der Natur der jeweiligen sekundären Geschlechtsmerkmale selbst begründet, in ihrer phyletischen Entwicklungsstufe,

¹⁾ J. MEISENHEIMER, l. c., 1909, 1912.

sei es in Rücksicht auf das Verhältnis zu ihrem Träger, sei es in Rücksicht auf das phyletische Alter des Trägers selbst. Die Annahme ist gar nicht zu umgehen, daß sekundäre Geschlechtsmerkmale bei ihrer ersten Entstehung in engster Korrelation zu einer bestimmten Geschlechtsdrüse stehen mußten, da eine dem Wesen des Geschlechtscharakters entsprechende sinngemäße Funktion ja eben nur an dem Träger einer bestimmten Geschlechtsdrüse möglich war. Vorrichtungen zur Förderung der Spermaübertragung, sie haben naturgemäß nur Sinn an einem spermaproduzierenden Individuum, Vorrichtungen zur Förderung der Eiablage nur an einem zum Eierlegen befähigten Individuum, um einige besonders sinnfällige Beispiele herauszugreifen. Es mögen diese neuen Merkmale auf der Grundlage älterer, geschlechtlich indifferenter Körpermerkmale sich ausgebildet haben, ihre Sonderumbildung in ein spezifisches Geschlechtsmerkmal ist von vornherein nur unter dem Einfluß einer Geschlechtsdrüse denkbar. Es muß in einem solchen Zustand phyletischer Anfänge durchaus ein formativer Reiz von den Geschlechtsdrüsen ausgehen. Und genau nach den gleichen Gesetzen, wie wir sie von typischen Artmerkmalen kennen, wird dann die Fixierung dieser neuen Eigenschaft sich vollziehen, unter Beibehaltung der besonderen Eigentümlichkeit, daß diese Eigenschaft nur an dem Träger der Gonade des einen Geschlechts in die Erscheinung tritt. Allmählich wird dann die Bindung der Determinantenkomplexe von sekundären Geschlechtsmerkmalen und entsprechender Geschlechtsdrüse eine immer festere werden, sie wird schließlich im Vererbungsmechanismus derart fixiert sein, daß eine Reizauslösung von seiten der Geschlechtsdrüsen nicht mehr nötig ist, sondern die sekundären Geschlechtscharaktere sich auch losgelöst von jenen in den ihnen bei der allgemeinen geschlechtlichen Bestimmung des Eies zugewiesenen Bahnen weiterentwickeln. Kurz gesagt, je jünger, phylogenetisch gedacht, an einem Organismus ein Geschlechtsmerkmal ist, um so abhängiger wird es von der unmittelbaren Gegenwart seiner zugehörigen Geschlechtsdrüse sein. Die erbliche Bindung zwischen beiden wird dafür noch eine lose sein. Aber je älter ein solches Organ wird, je zahlreichere Generationen die Vererbung an seiner Fixierung wirkte, um so fester wird diese erbliche Bindung werden, um so mehr werden die sekundären Geschlechtsmerkmale mit in die sich bereits im Ei vollziehende Geschlechtsbestimmung einbezogen werden, um so unabänderlicher müssen sie diesen einmal festgelegten Entwicklungsweg einschlagen, auch wenn ihnen dann einmal die ursprünglich reizauslösende Geschlechtsdrüse fehlt.

Den Anfang des eben angedeuteten Entwicklungsweges zeigen uns die Ratten und Meerschweinchen, mit denen STEINACH experimentierte, bei denen als Vertretern der Säugetiere, also eines jungen Tierstammes, die ursprünglichen Beziehungen zwischen Geschlechtsdrüsen und sekundären Geschlechtsmerkmalen sich noch in ihren Ausgangsformen erhalten haben, wo die Geschlechtscharaktere selbst noch zum Teil auf einer sehr niederen Entwicklungsstufe stehen, man denke an die sexuellen Unterschiede in Körperhabitus und Behaarung. Wie wenig gefestigt gerade bei Säugetieren sekundäre Geschlechtsmerkmale noch sein können, dafür möchte ich als ein besonders klares Beispiel noch die von TANDLER und KELLER¹⁾ bei der Kastration männlicher und weiblicher Rinder erzielten Erfolge anführen. Ganz im allgemeinen besteht die Wirkung der Kastration hier in einem längeren Festhalten der Jugendform, verbunden mit bestimmten Veränderungen, die durch ein über die Norm hinaus fortgesetztes Wachstum herbeigeführt werden. Was aber von besonderer Bedeutung in diesem Falle ist, ein Vergleich der männlichen und weiblichen Kastraten untereinander ergab, daß dieselben einander fast bis in die kleinsten Einzelheiten hinein glichen. Fehlen der Geschlechtsdrüsen, ihrer anregenden Tätigkeit hatte die Tiere gewissermaßen ihres sexuellen Charakters entkleidet.

Wichtiges Beweismaterial für die Wirksamkeit des phylogenetischen Alters sekundärer Geschlechtsmerkmale liefern uns des weiteren unsere bisherigen Erfahrungen an Amphibien. Wir haben hier in den Daumenschwielen männlicher Frösche, in dem Rückenkamm und dem Schwanzsaum männlicher Tritonen typische Brunstorgane vor uns, die nur zur Zeit des Höhepunkts geschlechtlicher Tätigkeit sich entwickeln, in der Zwischenzeit aber ganz oder bis auf Spuren zurückgebildet werden. Sie alle sind zweifellos solche Sekundärcharaktere, die erst auf dem Wege einer Fixierung als dauernder Eigenschaft des männlichen Geschlechts begriffen sind, sie alle sind, wie wir schon sahen, in ihrer vollen Ausbildung abhängig von der Gegenwart der homologen Geschlechtsdrüse. Daß sie auf dem Wege einer fortschreitenden Fixierung, eines allmählichen Unabhängigwerdens von den Geschlechtsdrüsen begriffen sind, dafür scheinen auch die oben besprochenen Unstimmigkeiten im Ausfall der Experimente zu sprechen, wobei freilich gleichzeitig auch noch ungleiche Stoffwechselzustände eine Rolle spielen mögen. Nun besitzen aber die Salamander neben diesen beweglichen Brunstorganen

¹⁾ J. TANDLER und K. KELLER, Die Körperform der weiblichen Frühkastraten des Rindes. Archiv Entw.-Mech. Organismen. 31. Bd. 1911.

auch bereits dauernd fixierte sexuelle Sekundärcharaktere, bestehend in bestimmten Färbungsunterschieden zwischen beiden Geschlechtern. Und diese bleiben unter dem Einfluß der Kastration, wie BRESKA (l. c., 1910) gezeigt hat, völlig unverändert, sowohl im männlichen wie im weiblichen Geschlecht. Hier haben wir eben in dem vorhin definierten Sinne phylogenetisch alte, bereits fixierte und mit- hin unabhängige Sexualcharaktere vor uns.

Wie die Säugetiere für den Anfang, so würden uns dann die Schmetterlinge für das Ende derartiger Entwicklungsvorgänge zum Beispiel dienen können. Bei ihnen ist die zur Zeit der Geschlechtsbestimmung erfolgende Bindung von Gonade und zugehörigen Sekundärcharakteren zu einem fast unerschütterlichen, fest fixierten Verhältnis geworden, das keinerlei Eingriff in den Bestand der Gonaden aus dem einmal bestimmten Entwicklungsgang herauszudrängen vermag. Ich sagte soeben mit Absicht „fast“ unerschütterlich. Denn vollständig ist es selbst diese Bindung nicht. In einigen neueren Ausführungen STECHE'S (l. c.) — in denen übrigens die von mir bisher entwickelten Gedankengänge gestreift zu werden scheinen, wie solche auch sonst in der neueren Literatur (STEINACH, KAMMERER und besonders GEYER (l. c.)) gelegentlich berührt, aber nirgends konsequent durchgeführt werden — von STECHE (und ebenso von GEYER) also wird die Meinung ausgesprochen, daß wir bei den Insekten eigentlich nur noch primäre Sexualcharaktere zu unterscheiden hätten, da eben das ganze Soma von der primär vollzogenen Geschlechtsbestimmung völlig durchdrungen sei. Nun, das ist durchaus nicht der Fall. Auch hier gibt es noch eine Möglichkeit, die so fest fixierte Bindung zwischen primären und sekundären Geschlechtsmerkmalen zu sprengen — durch Bastardierung. Es ist eine seit langem bekannte Tatsache, daß bei Bastardierungen nahe verwandter Arten verhältnismäßig häufig der sog. Gynandromorphismus auftritt, d. h. die Erscheinung, daß bei unverändertem inneren Genitale äußerlich die Merkmale beider Geschlechter sich zeigen. Es war zunächst STANDFUSS¹⁾, der durch seine Bastardierungsversuche an *Saturnia*-Arten nachwies, daß bei abgeleiteten Hybriden Gynandromorphen ganz auffallend häufig auftreten. Schon bei primären Bastarden sind solche Zwitter häufiger als bei normalen Individuen, bei abgeleiteten Bastarden aber stieg ihre Zahl bis auf 10% aller Individuen.

¹⁾ M. STANDFUSS, Experimentelle zoologische Studien mit Lepidopteren. Neue Denkschr. allgem. schweiz. Gesellsch. ges. Naturwiss. 36. Bd. 1899.

Von besonderer Bedeutung für diese Stelle der hier entwickelten Gedankenreihe sind aber die von GOLDSCHMIDT¹⁾ durchgeführten Bastardierungen zwischen *Lymantria dispar* und *japonica*. Kreuzt man *japonica*-Weibchen mit *dispar*-Männchen, so erhält man normale Bastardweibchen und -männchen, welche die Charaktere der Eltern gemischt zeigen. Aus der reziproken Kreuzung (*dispar*-Weibchen \times *japonica*-Männchen) gehen zur Hälfte normale Männchen, zur anderen Hälfte gynandromorphe Weibchen hervor, welche durchaus normal entwickelte Ovarien besaßen, die sämtlichen sekundären Geschlechtsmerkmale dagegen in einer wechselnden Mischung von bald männlichem, bald weiblichem Aussehen zeigten. Um die Verwendung dieser Ergebnisse für unsere Zwecke schärfer zu beleuchten, muß ich etwas ausführlicher auf die Interpretation eingehen, welche GOLDSCHMIDT diesen Tatsachen gegeben hat. Nach ihm sind an der gesamten Geschlechtsvererbung vier mendelnde Merkmalspaare beteiligt:

		F = weiblicher Geschlechtsbestimmer
		f = sein Fehlen.
		M = männlicher Geschlechtsbestimmer
		m = sein Fehlen
		G = Erbfaktor der weiblichen Sekundärcharaktere
		g = sein Fehlen
		A = Erbfaktor der männlichen Sekundärcharaktere
		a = sein Fehlen.

Ihr gegenseitiges Aufeinanderwirken basiert GOLDSCHMIDT auf einer Reihe von Voraussetzungen. Erstens besitzen die männlichen Faktoren, also M und A, eine höhere Wirkungskraft oder Potenz als die weiblichen, F und G, so daß also M über F, A über G dominiert. Zweitens dominieren zwei hypostatische Faktoren über einen epistatischen, also FF über M, G G über A. Und drittens endlich besitzen bei sonst gleichem Verhalten die Faktoren der *japonica*-Falter eine höhere Potenz als die *dispar*-Falter.

Die Formeln, wie sie GOLDSCHMIDT dann für beide Geschlechter aufgestellt hat, deren Begründung im einzelnen ich aber hier nicht geben will, lauten dann:

für das männliche Geschlecht: (FF) MM (GG) AA,
für das weibliche Geschlecht: FF (Mm) GG (Aa).

¹⁾ R. GOLDSCHMIDT, Erblchkeitsstudien an Schmetterlingen. I. Zeitschr. induktive Abstammungslehre. 7. Bd. 1912.

Das Männchen liefert dann nur eine Sorte von Gameten, nämlich FM GA, das Weibchen aber deren zwei, nämlich FM GA und Fm Ga.

Nehmen wir nun die erste Kreuzung vor, nämlich *japonica*-Weibchen \times *dispar*-Männchen, so würden zunächst die Formeln für die Geschlechter lauten:

$$japonica \text{ ♀} = FF(Mm) \mathbf{GG}(\mathbf{Aa}),$$

$$dispar \text{ ♂} = (FF)MM(GG)AA;$$

weiter würden dann Gameten gebildet werden

$$\text{vom } japonica \text{ ♀} = FM \mathbf{GA} \text{ und Fm } \mathbf{Ga},$$

$$\text{vom } dispar \text{ ♂} = FM GA.$$

Und daraus ergäbe sich dann eine erste Tochtergeneration mit den Formeln:

$$(FF)MM(\mathbf{GG})\mathbf{AA} \text{ und } FF(Mm)\mathbf{GG}(\mathbf{Aa}).$$

Die ersteren stellen normale Männchen dar, da MM und AA nach unseren Voraussetzungen dominieren müssen, die letzteren normale Weibchen, da GG dem einfachen A von *dispar* überlegen ist.

Nehmen wir aber jetzt die zweite Kreuzung (*dispar*-Weibchen \times *japonica*-Männchen), so lauten jetzt die Formeln

$$\text{für } dispar \text{ ♀} = FF(Mm)GG(\mathbf{Aa}),$$

$$\text{für } japonica \text{ ♂} = (FF)MM(\mathbf{GG})\mathbf{AA},$$

und die daraus gebildeten Gameten wären

$$\text{für } dispar \text{ ♀} = FM GA \text{ und Fm } \mathbf{Ga},$$

$$\text{für } japonica \text{ ♂} = FM \mathbf{GA}.$$

Die erste Tochtergeneration weist dann zur Hälfte die Formel (FF)MM(GG)AA auf, zur anderen Hälfte die Formel

$$FF(Mm)\mathbf{GG} \mathbf{Aa}.$$

Die ersteren bilden wiederum die Männchen, sie müssen normal sein, da AA ja GG überlegen ist. Die letzteren stellen die Weibchen dar, sie sind gynandromorph, da ja nun die eigentliche Geschlechtsbestimmung weiblich ausfallen muß (FF ist epistatisch über Mm), in den sekundären Erbfaktoren aber das epistatische A dem Faktor GG gegenübersteht, und somit an einem Weibchen sich eine höhere männliche Potenz bemerkbar machen muß. Hier fallen also die beiden sonst stets so fest gebundenen Komplexe auseinander, weiblicher Bestimmung der Geschlechtsdrüsen steht männliche Bestimmung der sekundären Charaktere gegenüber. Indem dann gleichzeitig gegenüber dem überlegenen männlichen Erbfaktor sich die daneben bestehende größere oder geringere Wirksamkeit der weiblichen Faktoren bemerkbar macht, entstehen eben die Mischformen, die wir als Gynandromorphe bezeichnen. Sie lassen sich

des weiteren auch aus der ersten der soeben diskutierten Kreuzungen erzielen, wenn man die Individuen der ersten Tochtergeneration zur Bildung einer zweiten Tochtergeneration verwendet.

Ich habe dieses Beispiel etwas ausführlicher besprochen, einmal weil es uns eben zeigt, wie die durch experimentellen Eingriff in die Gonadenkomplexe völlig unerschütterliche Bindung der Faktoren der Geschlechtsbestimmung und der sekundären Sexualcharaktere schließlich doch wieder zerstört werden kann, und dann, weil uns die von GOLDSCHMIDT durchgeführte Analyse auch ganz im allgemeinen eine Vorstellung gibt, wie diese Verknüpfung innerhalb der Erbsubstanz etwa gedacht werden kann. Denn viel mehr als eine Vorstellungsweise darf wohl in diesen Formeln nicht erblickt werden, die doch immerhin auf Grund einer ganzen Anzahl hypothetischer Voraussetzungen gewonnen worden sind. Auch über die Art dieser Bindung können wir bis jetzt kaum mehr als Vermutungen äußern. Am nächsten liegt es natürlich, die Bindung durch Zusammenlagerung der beiderlei Determinanten in einem Geschlechtschromosom verwirklicht zu sehen, doch stehen dem, wie neuerdings namentlich R. HERTWIG¹⁾ und O. STECHE (l. c. 1912) auseinandergesetzt haben, mancherlei gewichtige Bedenken entgegen. Andere, wie ganz kürzlich L. PLATE²⁾, haben daneben an eine chemisch-physikalische Koppelung, verbunden mit Anziehung der zugehörigen, Abstoßung der entgegengesetzten Sexualcharaktere gedacht, indessen, wie gesagt, Sicheres wissen wir eben darüber noch nicht.

Die Stärke der Bindung ist ganz zweifellos in den einzelnen Fällen außerordentlich variabel, nicht aber ist ihr Grad ein durchaus gegensätzlicher, wie neuerdings R. HERTWIG¹⁾ annahm, wenn er zweierlei Arten von sekundären Geschlechtsmerkmalen unterschied. Einmal solche, die als von ihm so genannte echte Sekundärcharaktere Folgeerscheinungen der Anwesenheit der Geschlechtsdrüsen wären und sich unter deren Einfluß entwickelten, und dann eine zweite Kategorie (konkordante Geschlechtscharaktere), die unabhängig von den Geschlechtsdrüsen aber in Harmonie mit denselben sich entwickelt haben, beide bedingt durch einen gemeinsamen Faktor. Zu ihnen gehören die, welche durch Kastration und ähnliche Eingriffe nicht beeinflussbar sind. Nun, ich glaube, daß aus meinen bisherigen Ausführungen ohne weiteres hervorgeht,

¹⁾ R. HERTWIG, Über den derzeitigen Stand des Sexualitätsproblems nebst eigenen Untersuchungen. *Biolog. Zentralblatt*. 32. Bd. 1912.

²⁾ L. PLATE, Vererbungslehre. Leipzig. 1913.

daß diese beiden Kategorien eben nur Ausgangs- und Endpunkt einer kontinuierlichen Entwicklungsreihe sind.

Nur ganz kurz zu sprechen kommen will ich hier noch auf ein anderes, mit den bisher behandelten Fragen in Zusammenhang stehendes Problem, nämlich auf die Art und Weise, wie sich bei vorhandenem Einfluß der Geschlechtsdrüse auf die sekundären Sexualcharaktere deren Wirksamkeit tatsächlich vollzieht. Man hat bestimmte Stoffe, sog. Hormone, angenommen, welche durch eine Art innerer Sekretion von den Geschlechtsdrüsen gebildet und in den Körper abgegeben werden, wo sie dann zirkulieren und an den verschiedensten Orten als Entwicklungserreger sekundärer Charaktere auftreten können. Ich muß gestehen, daß mir diese Vorstellungsweise immer etwas grob erschienen ist, immerhin will ich kurz das Wesentlichste darüber noch sagen. Sehr verschieden sind die Meinungen über die Herkunft dieser Stoffe. Die einen schreiben die innere sekretorische Tätigkeit mehr allgemein dem gesamten inneren Genitalkomplex zu, andere wollen sie — und das ist zweifellos das Plausiblere — auf die Geschlechtsdrüse als solche beschränkt wissen und dann wieder bald die Zwischensubstanzzellen derselben, bald die Geschlechtszellen selbst zu dieser Tätigkeit heranziehen. Verschiedene Meinungen bestehen auch über die Wirkungsweise der Hormone. Im allgemeinen neigt man dazu, wie ich rein referierend bemerken will, eine primäre Reizung nervöser Zentren anzunehmen, die dann erst durch Peripherwirkungen die entsprechenden Stoffwechsel- und Formveränderungen anregen sollen¹⁾.

Damit wäre wohl alles Wesentliche, das sich bis heute über das Verhältnis der sekundären Geschlechtsmerkmale zu den Geschlechtsdrüsen sagen läßt, erörtert. Im wesentlichen sind es also zwei Momente, die zur Erklärung der wechsellvollen Beziehungen zwischen beiden Organkomplexen heranzuziehen sind, Stoffwechselzustände und Verschiedenartigkeit phyletischer Entwicklungsstufen. Sie reichen aus, um ein Verständnis der bisher bekannten Tatsachen zu ermöglichen. Zur Weiterführung unserer Betrachtung müssen wir zurückgreifen auf einen Punkt, den ich früher nur flüchtig berührte, der aber noch einer eingehenderen Beleuchtung bedarf. Bei der Auseinandersetzung über die phyletischen Anfänge sekundärer Geschlechtsmerkmale wurde darauf hingewiesen, daß diese neuen Merkmale auf der Grundlage älterer, geschlechtlich indifferenter Körper-

¹⁾ Die Literatur über diesen Abschnitt siehe bei J. MEISENHEIMER, l. c., 1912.

merkmale sich entwickeln müssen, und daß ihre weitere Fixierung genau nach den gleichen Gesetzen, wie sie bei typischen Artmerkmalen festzustellen sind, erfolgt. In dieser Hinsicht würden sich also dann die Geschlechtsmerkmale in keiner Weise von den Artmerkmalen unterscheiden. Als einer der ersten hat v. KENNEL eine direkte Identität von Art- und Geschlechtsmerkmalen ausgesprochen, ihm sind neuerdings besonders TANDLER und KAMMERER gefolgt, und zwar bis zu einem Extrem, das wohl der Einschränkung bedarf. Es scheint mir eine Übertreibung dieser Gedankengänge zu sein, wenn TANDLER¹⁾ schlechtweg alle sekundären Geschlechtsmerkmale ursprünglich Speziescharaktere sein läßt, die erst sekundär nach Aufgabe einer ursprünglich anderen Funktion in den Dienst des Geschlechts getreten sind. Es ist ganz zweifellos, daß ein solcher Vorgang stattfinden kann. An Stelle der ungünstig oder sogar falsch gewählten Beispiele TANDLER's (Milchdrüsen, Gehörnbildungen der Huftiere) möchte ich etwa die Umbildungen an den Gliedmaßen der Gliedertiere anführen, wenn Extremitäten, die ursprünglich zum Tasten oder zur Fortbewegung dienten, bei männlichen Krebsen zu Klammerorganen zum Festhalten der Weibchen während der Begattung werden, bei Pantopoden zu Eierträgern sich entwickelten. Aber nicht kann dies als ganz allgemeine Regel gelten, vielfach sind zweifellos die sekundären Geschlechtsmerkmale von ihren ersten Anfängen an geschlechtsbegrenzt gewesen, wie gerade etwa die Gehörnbildungen der Hirsche, deren Ausbildung wohl von dem beiden Geschlechtern gemeinsamen Kopfbezirk der Stirnbeine ausging, auf der Grundlage der hier gelegenen Körperelemente erfolgte, die aber im übrigen in ihrer spezifischen Ausgestaltung schon von den allerersten Anfängen an durchaus auf das männliche Geschlecht beschränkt waren. Fast noch weiter geht KAMMERER²⁾, der Geschlechtsunterschiede genau wie Speziescharaktere erworben werden läßt. Nach ihm machen die funktionellen Verschiedenheiten der männlichen und weiblichen Keimzellen aus ihren Trägern funktionell verschiedene Individuen, die sich gegenüber den Lebensbedingungen abweichend einstellen und somit in divergierendem Sinne beeinflußt werden müssen. Die Ausbildung der sexuellen Anpassungen vollzieht sich alsdann genau in

¹⁾ J. TANDLER, Über den Einfluß der innersekretorischen Anteile der Geschlechtsdrüsen auf die äußere Erscheinung des Menschen. Wiener klinische Wochenschrift. 23. Jahrg. 1910.

²⁾ P. KAMMERER, Ursprung der Geschlechtsunterschiede. Fortschritte naturwiss. Forschung. 5. Bd. 1912.

der gleichen Weise wie die sonstiger Art- und Rassenmerkmale, die Annahme einer Abhängigkeit von den Geschlechtsdrüsen ist dabei durchaus überflüssig. Nun, dieser Schlußfolgerung kann natürlich nach allem, was ich bisher gesagt habe, in keiner Weise zugestimmt werden. Es ist doch in allererster Linie eben die besondere Eigenschaft des betreffenden Gametocyten-trägers als des Trägers einer besonderen Geschlechtsdrüse, welche die entsprechenden an dem besonderen Geschlecht in Bildung begriffenen Anpassungen hervorruft. Diese Eigenschaft, der Besitz, die Gegenwart einer bestimmten Geschlechtsdrüse ist das primär Wirkende, welches irgendwie jene Neubildungen leiten, kontrollieren muß.

Unter dem Vorbehalte dieser besonderen, zum mindesten bei den Anfängen mitwirkenden Einflüsse zeigen sich aber im übrigen die sekundären Geschlechtsmerkmale ihrem Wesen nach durchaus den Artmerkmalen gleich, so in ihren Anpassungs-, ihren Regenerations-, ihren Vererbungserscheinungen. Das diesbezügliche Material findet sich bei KAMMERER (l. c., 1912) übersichtlich zusammengestellt, ich will hier etwas näher nur auf die Vererbungserscheinungen eingehen, da diese uns zugleich mancherlei weitere Besonderheiten in dem Verhalten der Geschlechtscharaktere enthüllen.

Die Vererbungsmodi bei Bastardierungen sind ganz die gleichen wie bei Artmerkmalen. Der Liebespfeil unserer Schnecken läßt nach LANG¹⁾ bei Bastardierungen zwischen *Helix hortensis* und *nemoralis* in seinen Eigenschaften bald intermediäre, bald Mosaikvererbung erkennen, bald folgt er nur dem einen der beiden Eltern, verhält sich also ganz wie ein beliebiges anderes Körpermerkmal, wie etwa die Länge der Schalenspinde oder der Durchmesser des letzten Schalenumgangs. Dimorph ausgebildete Geschlechtscharaktere zeigen ähnliches. Häufig ist hier intermediäre Vererbung. Der Rückenkamm des *Triton blasii* steht in seinen Eigenschaften zwischen denen seiner Stammeltern, des *Triton cristatus* und *marmoratus*, in der Mitte. Oder, um ein Beispiel aus den Schmetterlingen herauszuwählen, die Flügelform des Weibchens der aus der Kreuzung von *Biston hirtaria* und *pomonaria* hervorgehenden Bastardform *Biston pilzii* hält in ihrer lanzettförmigen schmalen Gestalt genau die Mitte zwischen den voll ausgebildeten Flügeln der *hirtaria*-Weibchen und den ganz kurzen Flügelstummeln der *pomonaria*-Weibchen.

¹⁾ A. LANG, Über die Bastarde von *Helix hortensis* und *Helix nemoralis*. Jena 1908.

In anderen Fällen treten die MENDEL'schen Spaltungsgesetze hervor. So bei dem Kamm unserer Hühnerrassen, der allerdings nur noch in beschränktem Sinne als besonderer Geschlechtscharakter gelten kann. Der einfache Kamm des Wildhuhns und der gewöhnlichen Landrassen stellt ein hoch aufgerichtetes, mit tiefen Einschnitten versehenes Hautstück dar. Von den mannigfachen Umbildungen dieser einfachen Urform wird eine als Erbsenkamm bezeichnet; er ist ausgezeichnet durch geringere Höhe, Verstreichen der Einschnitte und Auftreten einer Höckerkante zu beiden Seiten der Mediane. Kreuzt man nun eine Rasse mit Erbsenkamm (etwa Brahma) mit einer Rasse mit einfachem Kamm (etwa Minorka), so zeigen sich in der ersten Tochtergeneration durchweg Erbsenkämme, letztere sind also dominant. In der zweiten Tochtergeneration findet aber dann weiter die typische Aufspaltung statt, neben je drei Erbsenkämmen tritt ein einfacher Kamm auf¹⁾.

Typische MENDEL'sche Regeln liegen dann ferner der Vererbung des Geschlechtspolymorphismus von Schmetterlingsweibchen zugrunde. Ich will hier wiederum nur einen Fall, den des *Papilio memnon*, herausgreifen²⁾. Während die Männchen hier alle stets vollkommen gleich schwärzlich gefärbt sind, tragen die Weibchen drei verschiedenartige Kleider, zeigen also dreierlei verschiedene Geschlechtscharaktere. Die eine Weibchenform (*laomedon*) ist dem Männchen in der schwärzlichen Flügelfärbung ziemlich ähnlich; die zweite (*agenor*) besitzt eine breite weiße Binde über die Mitte der Hinterflügel; die dritte (*achates*) weicht am stärksten ab, ihre Hinterflügel sind in der basalen Hälfte größtenteils weiß, dazu noch am Hinterrande stark geschwänzt. Schon längere Zeit wußte man, daß diese Formen derart miteinander verbunden sind, daß aus einem und demselben Eigelege mehrere Weibchenformen gleichzeitig hervorgehen können. Planmäßige Züchtung über mehrere Generationen gab dann neuerdings genaueren Aufschluß und führte zu vererbungstheoretischen Deutungen, von denen uns hier im besonderen die von DE MEIJERE gegebene beschäftigen soll. Wiederum sind dazu einige der mehr oder weniger theoretischen Annahmen erforderlich, denen wir schon gelegentlich der GOLDSCHMIDT'schen Interpretation der *Lymantria*-Gynandromorphen begegneten. So einmal, daß jedes Geschlecht latent die Charaktere des entgegengesetzten Geschlechts

¹⁾ Zitiert nach H. PRZIBRAM, Experimental-Zoologie. 3. Phylogenese. 1910.

²⁾ J. C. H. DE MEIJERE, Über Jacobsons Züchtungsversuche bezüglich des Polymorphismus von *Papilio memnon* usw. Zeitsch. indukt. Abstammungslehre. 3. Bd. 1910.

enthält, daß ferner die Determinanten der sekundären Merkmale, hier also der Flügelfarbe und -form, in jedem Individuum zu Paaren vereinigt auftreten. Hinsichtlich der drei weiblichen Charaktere kann dann weiter ein solches Determinantenpaar entweder aus gleichen oder aus ungleichen Determinanten sich zusammensetzen. In Formeln ausgedrückt würde dies also heißen (wenn wir nun nur die sekundären Geschlechtsmerkmale berücksichtigen), daß es Männchen gibt von der Struktur:

AA (Ach. Ach.)	AA (Ach. Ag.)
AA (Ag. Ag.)	AA (Ag. Lao.) und so fort,

und weiter Weibchen von der Struktur:

Ach. Ach. (AA)	Ach. Ag. (AA)
Ag. Ag. (AA)	Ag. Lao. (AA) und so fort ¹⁾ .

Nun sind eine Reihe von Kombinationen der weiblichen Determinanten bei der Befruchtung möglich, so beispielsweise:

Ach. Ach. (des ♂) \times Ach. Ach. (des ♀) = Ach. Ach.
 Ach. Ach. (des ♂) \times Ach. Ag. (des ♀) = $\frac{1}{2}$ Ach. Ach. + $\frac{1}{2}$ Ach. Ag.
 Ag. Lao. (des ♂) \times Ag. Lao. (des ♀) = $\frac{1}{4}$ Ag. Ag. + $\frac{1}{2}$ Ag. Lao.
 + $\frac{1}{4}$ Lao. Lao.

Das definitive äußere Aussehen reguliert sich nach Dominanzregeln. Ist im zweiten Beispiel Ach. dominant, so sehen alle weiblichen Falter wie *Achates* aus, ist im dritten Beispiel Ag. dominant, so sehen $\frac{3}{4}$ der Falter wie *Agenor*, $\frac{1}{4}$ wie *Laomedon* aus. Und das hat eine Berechnung der Zuchtergebnisse tatsächlich ergeben, indem *Achates* dominiert über die beiden anderen, *Agenor* über *Laomedon*.

Gerade dieses letztere Beispiel der Geschlechtsvererbung von *Papilio memnon* gibt uns den Anknüpfungspunkt für die weitere Fortführung unserer Betrachtung. Die gegebene Erklärung setzte voraus, daß im einen Geschlecht die Faktoren des anderen latent enthalten seien. Wir müßten also unsere bisher gewonnene Vorstellung insofern modifizieren und ergänzen, als zwar äußerlich, wenn es sich um ein normales Individuum handelt, nur die Geschlechtscharaktere des einen Geschlechts an demselben hervortreten, latent aber auch die des anderen Geschlechts in ihm enthalten sind, oder, vorsichtiger ausgedrückt, enthalten sein können. Dafür gibt es tatsächlicher Hinweise genug. Ich weise hin auf

¹⁾ A = Männchen-Determinant. — Ach. = *Achates*-Determinant. — Ag. = *Agenor*-Determinant. — Lao. = *Laomedon*-Determinant.

die anormalen Zwitterbildungen, wo plötzlich beiderlei Geschlechtsmerkmale an demselben Individuum nebeneinander auch äußerlich sichtbar auftreten, ich erinnere an die Hahnenfedrigkeit und an die mit ihr verwandten Erscheinungen. In typischer Weise äußert sich dieselbe darin, daß etwa bei Hühner- oder Entenvögeln das weibliche Geschlecht in vorgeschrittenem Alter das Gefieder und Benehmen der Hähne, bez. Erpel annimmt. Kastration kann die gleiche Wirkung haben, wie neuerdings besonders einwandfrei GOODALE¹⁾ an Enten gezeigt hat. Ähnliches ist vielfach von Säugetieren bekannt, kastrierte Ricken setzen ein Gehörn auf, und so fort. Auch mancherlei Erscheinungen der parasitären Kastration gehören hierher, so die Erscheinung, daß bei Bienen der Gattung *Andrena*, wenn sie von Strepsipteren befallen sind, die Männchen weibliche und die Weibchen männliche Charaktere annehmen²⁾. Und endlich wird einer der wichtigsten Belege für das Vorhandensein dieser Latenz dadurch geboten, daß ein Geschlechtsindividuum die Charaktere des entgegengesetzten Geschlechts, welche an ihm offensichtlich in keiner Weise hervortreten, erblich auf seine Nachkommen zu übertragen vermag. So dann, wenn bei der Kreuzung zwischen einem Haushahn und einer Fasanhenne bei der männlichen Nachkommenschaft Merkmale des männlichen Fasans auftreten, welche die Bastarde dann nur durch Vermittlung des weiblichen Fasans erhalten haben können. Oder um ein Beispiel vom Menschen heranzuziehen, wenn eine Mutter auf ihren Sohn die Hypospadie, also eine nur beim Manne mögliche Mißbildung, vererbte, welche ihr eigener Vater, also der mütterliche Großvater des Sohnes besessen hatte³⁾.

Ob dieser Latenzzustand freilich so allgemein überall anzutreffen ist, wie es DE MEIJERE⁴⁾ annimmt, der meint, daß in jedem Individuum eines getrennt geschlechtlichen Tieres ein vollständiger Determinantenkomplex des zugehörigen entgegengesetzten Geschlechtsindividuum vorhanden sei, das muß dahingestellt bleiben.

¹⁾ H. D. GOODALE, Some results of castration in ducks. Biol. Bulletin. vol. 20. 1911.

²⁾ J. PÉREZ, Des effets du parasitisme des Stylops sur les apiaires du genre *Andrena*. Soc. Linn. Bordeaux. 1886. — W. M. WHEELER, The effects of parasitic and other kinds of castration in insects. Journ. experim. Zool. vol. 8. 1910.

³⁾ Die Beispiele zitiert nach: W. E. CASTLE, The heredity of sex. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. vol. 40. 1903.

⁴⁾ J. C. H. DE MEIJERE, Über getrennte Vererbung der Geschlechter. Biolog. Zentralblatt. 30. Bd. 1910.

Wahrscheinlicher ist es nach unserem bisherigen Wissen, daß auch hier Abstufungen bestehen. Wir könnten uns vorstellen, daß neben dem allmählich verlaufenden Prozeß der Ausbildung der Geschlechtscharaktere an einem Geschlechtsindividuum und ihrer Verknüpfung mit dem Gonadenkomplex noch ein anderer Vorgang einherging, der aus dem im entgegengesetzten Geschlechtsindividuum zunächst völlig negativen Determinantenwert des betr. Sekundärcharakters zuerst einen wenig starken und ganz latent bleibenden positiven Wert schuf, dann aber diesen immer mehr erstarken ließ, so daß er gelegentlich wohl sichtbar in die Erscheinung treten konnte, wenn äußere oder innere Zustände diesem Durchbruch sekundär förderlich waren.

Nun, und dieser wachsende Positivwert der Determinanten einer ursprünglich nur mit dem einen Geschlecht verbundenen Eigenschaft kann schließlich auch im anderen Geschlecht so stark werden, daß diese Eigenschaft konstant und regelmäßig auftritt. Wir sprechen dann von der Übertragung eines Geschlechtsmerkmals auf das entgegengesetzte Geschlecht. Hierher gehörige Tatsachen sind zum Teil schon lange bekannt, einige der wichtigsten will ich auf der Grundlage neuerer Untersuchungen hier darlegen. Bei der Beurteilung dieser Tatsachen muß stets vor allem der möglichst exakte Beweis erbracht werden, daß das betreffende Merkmal sicher zunächst nur dem einen Geschlecht angehörte, in seinen Diensten stand, da nach dem Abschluß des Übertragungsvorgangs keinerlei Kriterium mehr dafür vorhanden ist, daß man es hier wirklich mit einem ursprünglichen Sexualcharakter und nicht vielmehr mit einem Artcharakter zu tun hat. Als gutes Beispiel müssen immer wieder in erster Linie die Gehörnbildungen der Huftiere gelten. Niedere Formen wie *Moschus* und *Hydropotes* sind noch gänzlich hornlos. In der Entwicklungsreihe der Hirsche tritt dann die besondere Gehörnbildung auf, welche wir als Geweihe bezeichnen. Wir kennen ihre phylogenetische Entwicklung vom Miocän bis zur Jetztzeit als eine kontinuierlich sich komplizierende Reihe, sie treten überall nahezu ausnahmslos nur im männlichen Geschlecht auf. Eine einzige Ausnahme findet sich, und das ist der uns hier besonders interessierende Fall, das Rentier, wo Männchen und Weibchen Geweihe tragen, ohne daß indessen der Übertragungsprozeß hier schon vollständig abgeschlossen wäre. Es können bei einzelnen Rassen die weiblichen Geweihe ebenso groß werden wie die männlichen, bei anderen, wie den skandinavischen, sind sie aber noch viel kleiner, und bei einer Wildrasse aus den Wäldern des kasanischen Gouvernements wurden

im Jahre 1840 Weibchen beobachtet, die noch vollständig der Ge-weihe entbehrten¹⁾).

Anders stellt sich uns die Gruppe der Antilopen dar. Viele Formen, wie die Neotraginen, Cervicaprinen, viele Tragelaphinen besitzen nur im männlichen Geschlecht Hörner; bei anderen treten Hörner im weiblichen Geschlecht nur gelegentlich auf (*Antilope cervicapra*) oder sind bei den Weibchen bedeutend schwächer entwickelt, so bei *Antidorcas*, *Hippotragus*, *Addax*; und endlich bei einer dritten Gruppe sind die Hörner in beiden Geschlechtern kaum verschieden, so bei *Connochaetes*, *Cephalophus*, *Oryx*. Ja, eine einzige Gattung, die Gattung *Gazella*, weist in dem Gesamtkomplex ihrer zahlreichen Vertreter sämtliche drei Übertragungsstufen vereinigt auf²⁾).

Bei den am höchsten stehenden Wiederkäuern ist der Prozeß so gut wie abgeschlossen. Bei allen heute lebenden Wildformen der Bovinen sind Männchen und Weibchen mit Hörnern versehen. Was aber in einer weiter zurückliegenden geologischen Periode keineswegs der Fall war, insofern die ältesten bekannten fossilen Vorfahren der Rinder aus dem Pliocän nur im männlichen Geschlecht Hörner trugen³⁾).

Ganz ähnliche Entwicklungsreihen enthüllen die Sporenbildungen der Hühnervögel⁴⁾. Es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß die Sporen von den Hähnen erworbene Waffen sind, wir treffen sie als solche an bei *Gallus*, *Pavo*, *Phasianus*, *Gennaeus*, *Lophura* und so fort. Es kann die Zahl der Sporen sich erhöhen auf zwei und drei Paare, so bei *Polyplectron*, *Galloperdix*, *Ithagenes*, einzelnen *Francolinus* und anderen. Alles zunächst nur bei den Hähnen, dann aber begegnen wir Formen, wo auch die Hennen Sporenbildungen aufweisen. In Knopfform treten Sporen bei den Hennen von *Meleagris ocellata* auf, wo übrigens auch das Gefieder sich dem des Hahnes nähert, in fast gleich starker Ausbildung wie am Hahn bei den Hennen von *Rhizothera* und *Acomus*. Von

¹⁾ R. LYDEKKER, The deer of all lands. London 1898. — ED. EVERS-MANN, Mitteilungen über einige neue und einige weniger gekannte Säugethiere Rußlands. Bullet. Soc. Impér. des Natural. de Moscou. 1840.

²⁾ Vgl. hierzu: Ph. L. SCLATER and O. THOMAS, The book of antelopes. London 1894—1900.

³⁾ C. J. FORSYTH MAJOR, On the evidence of the transference of secondary sexual characters of mammals from males to females. The Geolog. Magazine. N. S. Dec. IV. vol. 8. 1901.

⁴⁾ Vgl. hierzu: W. R. OGILVIE-GRANT, Catalogue of the game birds in the collection of the British Museum. London 1893.

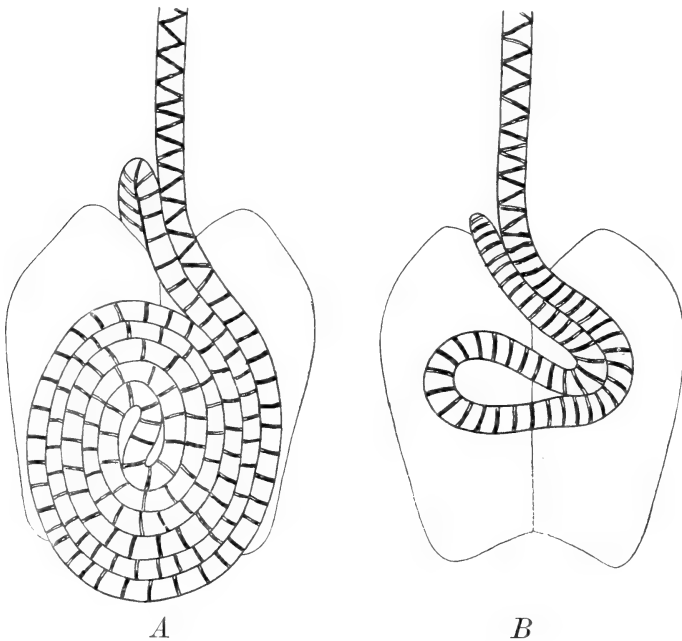
besonderem Interesse ist ferner, daß gerade bei solchen Formen, bei denen mehrere Paare von Sporen bei den Hähnen sich finden, wo also deren Bildungstendenz eine besonders starke ist, daß gerade da auch die Hennen häufiger Sporen tragen, so bei *Ithagenes*, *Galloperdix*, einigen *Francolinus*-Arten. Auf einen hierher gehörigen Fall aus unserer unmittelbaren Umgebung bin ich selbst aufmerksam geworden. Es fiel mir vor einigen Jahren in der Umgebung Jenas auf, daß ein hoher Prozentsatz der gewöhnlichen Haushennen mehr oder weniger große Sporen trug. Wie schon lange bekannt ist und wie der aufmerksame Besuch jeder Hühnerausstellung zeigt, sind es besonders die Italienerassen, welche zur Sporenbildung im weiblichen Geschlecht hinneigen. Hier handelt es sich aber um eine auf den Bauernhöfen ohne reine Rassenzüchtung gehaltene Mischrasse, welche Sporen als ein Merkmal des weiblichen Geschlechts anzunehmen beginnt. Es spricht übrigens schon BECHSTEIN¹⁾ in seiner alten Naturgeschichte Deutschlands aus dem Jahre 1793 von derartigen sporentragenden, gut eierlegenden Hennen, eine Stelle, auf die ich durch ein Zitat DARWIN'S hingelenkt wurde. Ich beobachtete die gleiche Erscheinung weiter im ganzen Thüringer Lande, im Fichtelgebirge, in Hessen, im Harz, wenn auch in den zuletzt genannten Bezirken nicht ganz so häufig. Ich ging schließlich selbst an die Züchtung heran und erzog mir aus stark bespornten Hennen, die alle ganz vorzügliche Eierlegerinnen waren, also nicht etwa als hahnenfedrig angesprochen werden können, einen jungen Hühnerstamm, der jetzt noch unter meiner Beobachtung steht. Die Entwicklung der Sporen geht viel langsamer bei den Hennen vor sich als beim Hahn. Während der Hahn meiner Zucht im Alter von jetzt zwei Jahren Sporen von 2 $\frac{1}{2}$ cm Länge aufweist, sind die größten Sporen der Hennen von gleichem Alter erst etwas über $\frac{1}{2}$ cm lang.

An mancherlei anderen Merkmalen der Vögel, an Merkmalen des Gefieders, an Hautlappen und ähnlichem lassen sich vielfach die gleichen Erscheinungen nachweisen, ich beschränke mich hier nur noch auf ein besonders klares Beispiel. Es betrifft dies die gewundene Trachea einiger Paradiesvögel²⁾. Bei einigen Formen wie *Manucodia atra* bildet die Luftröhre eine kurze Schlinge

¹⁾ JOH. MATTHÄUS BECHSTEIN, Gemeinnützige Naturgeschichte Deutschlands nach allen drey Reichen. 3. Bd. Leipzig 1793.

²⁾ P. PAVESI, Studi anatomici sopra alcuni uccelli. Ann. Mus. Civ. Stor. nat. Genova. vol. IX. 1876—77. — W. A. FORBES, On the convoluted trachea of two species of Manucode. Proceed. Zool. Soc. London 1882.

zwischen den beiden Furculaästen. Sie tritt präclavicular über der Furcula aus, verläuft ganz äußerlich unter der Haut in Schlingenform, biegt dann wieder nach oben um und läuft parallel dem absteigenden Ast der Schlinge zurück. Bei *Manucodia atra* ist die Schlinge nur kurz, bei *Manuc. comrii* reicht sie bis zur Bauchhöhle, bei *Manuc. chalybata* und *jobiensis* erstreckt sie sich über zwei Drittel des großen Brustmuskels. Aber alles dies findet sich stets nur bei den Männchen, bei den Weibchen ist die Luftröhre einfach gerade gestreckt. Den Höhepunkt in der Entwicklung



Figur 5.

Gewundene Trachea von *Phonygammus gouldi*, A des Männchen, B des Weibchen.
(Nach P. Pavesi, 1876/77.)

dieser Schlinge zeigt das Männchen von *Phonygammus gouldi* (Fig. 5). Die Trachea tritt hier ebenfalls über der Furcula aus und legt sich sodann in acht bis neun spiralig aufgerollte Windungen, welche den größten Teil der Brustmuskeln bedecken. Es vermögen diese Vögel ganz außerordentlich laute und tiefe Töne von sich zu geben, deren Stärke in keinem Verhältnis zur Größe des Vogels steht. Und nun weist bei diesem Paradiesvogel zwar ein Teil der Weibchen eine gerade gestreckte Trachea auf, bei anderen aber ist ebenfalls eine, wenn auch nur einfache Schlingenbildung festgestellt worden, ganz so, wie sie junge Männchen

zeigen. Um an unsere früheren allgemeineren Betrachtungen anzuknüpfen, bei der Form, wo der Positivwert des vom Männchen erworbenen Geschlechtscharakters am stärksten ist, beginnt er auch beim Weibchen sich durchzusetzen.

Andere Tiergruppen bieten nicht weniger überzeugende Beispiele. Ich greife nur noch die Lautorgane der Heuschrecken heraus. Die Männchen der Grillen besitzen auf beiden Vorderflügeln je eine Schrillader und eine Schrillkante, die gegeneinander gestrichen unter Vibration der Flügel die bekannten zirpenden Töne hervorrufen. Dieselben dienen zweifellos zum Anlocken der Weibchen, denen solche Lautorgane mit einer einzigen Ausnahme, der Maulwurfgrille, völlig fehlen. Auch bei den Feldheuschrecken (Acrididen) sind vorzugsweise die Männchen die Träger solcher Organe, sie bestehen hier aus einer vorspringenden Ader der Vorderflügel, die von einer mit Schrillzäpfchen versehenen Leiste der Hinterschenkel angestrichen wird. Wenn diese Organe auf Weibchen übertragen sind, so sind sie meist erst schwach ausgebildet. Bei den Laubheuschrecken (Locustiden) endlich ist diese Übertragung eine vollständige geworden, hier besitzen auch die Weibchen Schrillapparate, wenn auch in etwas veränderter Form¹⁾.

Es ist ganz selbstverständlich, daß die biologische Bedeutung der ursprünglichen Geschlechtscharaktere mit ihrer Übertragung auf das andere Geschlecht allmählich eine andere werden muß. Wohl dienen sie in den zuletzt genannten Fällen dem Männchen noch zum Anlocken der Weibchen, da es zumeist über stärkere Organe, kräftigere Laute verfügt, aber daneben gewinnen sie die Bedeutung von Arterkennungsmerkmalen. Zuweilen kann dieser Funktionswechsel noch schärfer präzisiert werden, so dann, wenn beim Rentier die Schaufelgeweihe nicht mehr allein als Waffen der Männchen dienen, sondern zugleich für beide Geschlechter zu einem wichtigen Handwerkszeug beim Ausgraben der Pflanzennahrung aus dem Schnee geworden sind. Rein morphologisch betrachtet sind aber diese Erscheinungen deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie uns einen besonderen Weg zeigen, wie eine Art um ein Merkmal bereichert werden kann, das zunächst im spezielleren Dienst der Geschlechtlichkeit nur einem Teil der Artindividuen zukam, nun aber ein allen gehöriges Gemeingut ge-

¹⁾ Vgl. hierzu besonders: J. REGEN, Neue Beobachtungen über die Stridulationsorgane der saltatoren Orthopteren. Arb. Zool. Inst. Wien. tom. 14. 1903. — A. PETRUNKEWITSCH und G. VON GUAITA, Über den geschlechtlichen Dimorphismus bei den Tonapparaten der Orthopteren. Zool. Jahrb. System. 14. Bd. 1901.

worden ist. Und die Möglichkeit derartiger Vorgänge zeigt zugleich nochmals recht klar, wie keinerlei Verschiedenheit in dem Wesen von Geschlechts- und Artmerkmalen besteht.

Wir haben damit die Entwicklung eines sekundären Geschlechtscharakters in allen möglichen Phasen verfolgt. Wir lernten seine Anfänge kennen, wie er in engster Beziehung zu einer Geschlechtsdrüse sich schärfer und schärfer ausprägte, wie er dabei einen stetig zunehmenden Gegensatz der Geschlechter hervorrief und wie er sich immer unlöslicher mit dem Begriff und dem Wesen des einen Geschlechts verband. Wir lernten die allmähliche Wiederauflösung dieses geschlechtlichen Gegensatzes kennen, nicht durch Reduktion des neuen Charakters, sondern durch seine schärfere Einprägung in das Artbild hinein, durch seine Übertragung auf das andere, zunächst ihm gegenüber indifferente Geschlecht. Die Geschlechtsperson vom Werte eines Gametocytenträgers steht nun in ihrer äußeren geschlechtlichen Differenzierung wieder auf einer einfacheren Stufe, in ihrem Artbild aber um ein neues Merkmal bereichert.

Zweite Sitzung.

Dienstag, den 13. Mai, 3—4¹/₂ Uhr.

Dr. A. THIENEMANN (Münster i. W.):

Die Salzwassertierwelt Westfalens.

Trotz des gewaltigen Aufschwungs, den in den letzten Jahren die Erforschung der verschiedenen Lebensgemeinschaften der Fauna unserer Binnengewässer genommen hat — ich erinnere nur an die eingehenden Untersuchungen über das Seenplankton, über die Tierwelt der Bäche und Quellen, der Tiefe der Binnenseen, der organisch verunreinigten Gewässer, der Thermen usw. —, ist die Fauna der Salzgewässer des Binnenlandes bisher noch nicht der Gegenstand eingehenderen Studiums geworden. Was KARL SEMPER vor 33 Jahren in seinem Buche über „Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere“ (I. p. 279) bemerkte, daß eine Zusammenstellung und genaue Beschreibung der in den Salinen Europas vorkommenden zahlreichen Insekten nicht vorhanden sei, das gilt auch noch heute, und nicht nur für die Insekten, sondern überhaupt für alle in den Salzquellen, Salzgräben, Salzsümpfen und Salinen des Binnenlandes lebenden Tiere. Nur der Fauna der salzigen Seen Osteuropas, Asiens und Afrikas haben einige Forscher ihre Aufmerksamkeit gelegentlich gewidmet.

Und doch könnte die Erforschung der Tierwelt dieser Salzgewässer ein über das spezielle und lokale hinausgehendes allgemeineres Interesse gewinnen. Denn von vornherein liegt der Vergleich dieser Lebensgemeinschaft mit der marinen Fauna nahe; dazu kommt vor allem das physiologische Interesse, das die Feststellung der Salzkonzentrationen, die die einzelnen Tierformen vertragen können, bietet; und nicht minder könnte es wissenschaftlich bedeutungsvoll werden, die anatomisch-histologischen Eigentümlichkeiten jener in hochkonzentrierten Salzsolen lebenden, aber oft ebenso in einem normalen Süßwasser auftretenden Tiere zu untersuchen und aus solchem Studium vielleicht ein Verständnis für ihre ungeheure Anpassungsbreite in bezug auf den Salzgehalt ihres Wohnwassers zu gewinnen. — Erste Grundlage aber für alle solche Untersuchungen muß die genaue Feststellung der verschiedenen, im Salzwasser des Binnenlandes lebenden Tierarten und der Salzkonzentrationen sein, bei der sie im Freien, unter natürlichen Verhältnissen, vorkommen.

Ich habe deshalb vor 5 Jahren die Tierwelt der Salzquellen und Salinen Westfalens zu studieren begonnen; die zuerst mehr gelegentlichen Exkursionen wurden schließlich zu einer planmäßigen, eingehenden Untersuchung, die ich besonders in den letzten beiden Jahren zusammen mit Herrn ROBERT SCHMIDT durchführte. Hier, an dieser Stelle, will ich nur über die allgemeinen Ergebnisse unserer Untersuchungen berichten; die Einzelheiten, die naturgemäß z. T. ein mehr lokales, heimatkundliches Interesse haben, bringt die umfangreichere Arbeit ROBERT SCHMIDT'S¹⁾.

Wir haben unsere faunistischen Untersuchungen nach Kräften auf fast alle im Salzwasser vorkommende Tiergruppen ausgedehnt. Nicht berücksichtigt wurden nur die Protozoen und Nematoden, Gruppen, die nur ganz gelegentlich vereinzelte Vertreter in unsere Salzgewässer entsenden; im übrigen wurde Vollständigkeit erstrebt, wenn auch natürlich — vor allem bei der Microfauna — noch lange nicht erreicht wird. Besonderen Wert haben wir auf die Aufzucht der in außerordentlich großer Arten- und Individuenzahl auftretenden Dipterenlarven gelegt²⁾.

¹⁾ „Die Salzwasserfauna Westfalens“. Inaug.-Dissert. Münster i. W. 1912. (Sonderdruck aus 41. Jahresbericht Zool. Sekt. Westf. Prov.-Ver. f. Wiss. u. Kunst f. 1912/13. Münster i. W. 1913.)

²⁾ Von ihnen werden die Chironomiden in einer besonderen Arbeit behandelt werden [in „Vorarbeiten für eine Monographie der Chironomidenmetamorphose“. Supplementband zum Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde.]

Das Untersuchungsgebiet.

Unser Untersuchungsgebiet waren die hauptsächlich aus triasischen Steinsalzlagerstätten entspringenden Salzquellen und die sich an sie anschließenden Salinen im Kreidebecken von Münster; im Süden des Gebietes die Salzgewässer von Sassendorf, Salzkotten, Westerkotten, Werl, Unna-Königsborn, in der Mitte ein salziges Zechenabwasser bei Hamm (Zeche Maximilian), im Norden die Saline Gottesgabe bei Rheine, die Salzquellen und -sümpfe bei Hörstel und die Salzquellen am Rothenberge bei Ochtrup. Viele dieser Salzvorkommnisse sind schon seit dem frühesten Mittelalter bekannt und ausgebeutet; schon ein arabischer Schriftsteller, der im zehnten Jahrhundert Westfalen bereiste, erwähnt die Salzquellen in der Umgebung von Soest. Andere Salzgewässer jedoch sind erst in allerjüngster Zeit entstanden. So führt der Geithebach bei Hamm erst seit dem Jahre 1904, als die Zeche Maximilian beim Ausbau ihrer Grube auf Salzquellen von großer Mächtigkeit stieß, ein stark salziges Wasser.

Das Aussehen der Salzgewässer.

Das Aussehen der einzelnen Salzstellen ist ein recht verschiedenes. Nirgends zeigen sie sich mehr ganz in ihrem ursprünglichen Zustand, denn überall hat die Menschenhand regulierend, eindämmend und damit den Salztieren die Lebensmöglichkeit beschränkend eingegriffen. Während es wohl ursprünglich meist ausgedehntere Sumpfgelände mit einzelnen Wassertümpeln waren, in denen sich oft Eisenocker in dicken Flocken ablagerte und deren Ränder von den halophilen Pflanzen besiedelt und besonders von der Salzaster umkränzt waren, ist heute das Salzwasser auf die nächste Umgebung der Quellen und Bohrlöcher beschränkt und in kleine Gräben eingedämmt, in denen es über den roten Eisenschlamm langsam dahinfließt oder zuzeiten ganz stagniert. Wo Salinen errichtet sind, bieten die hölzernen Leitungsrinnen und die Gradierbecken den allerwiderstandsfähigsten Salzbewohnern günstige Lebensbedingungen, ebenso wie die Sickerlachen unter den Gradierwerken und die oft ziemlich tiefen Sparteiche oder Reservoirs. Alle Salzstellen liegen im offenen, freien Gelände, zwischen Wiesen, Äckern und sonstigem Kulturland. Wälder fehlen in der Umgebung dieser Stellen.

Der Pflanzenwuchs.

Von höheren Pflanzen tritt nur *Zannichellia pedicellata* in den schwachsalzigen Gräben auf; in ihnen, sowie in den Quellen flottieren

häufig Fadenalgen in langen Strähnen oder bilden dicke Polster, zwischen denen sich Diatomeen in großer Menge ansiedeln. Wo die Konzentration eine höhere ist, treffen wir nur Diatomeen und Oscillatorien an, oft allerdings in ungeheurer Massenentwicklung. Und in den Salzteichen können zeitweise Euglenaceen das Wasser in eine undurchsichtige, grüne Brühe verwandeln.

Die Zusammensetzung der westfälischen Salzwasserfauna.

Rund 120 Tierarten haben wir in den Salzgewässern Westfalens nachgewiesen; mehr als die Hälfte davon entfallen auf die Dipteren und Coleopteren. Nur ganz einzelne Vertreter — und zwar leben sie meist nur in schwach salzigem Wasser — zählen in unserer Lebensgemeinschaft die Gastropoden, Nematoden, Cladoceren, Trichopteren und Protozoen; gänzlich vermißten wir von den sonst im Süßwasser vertretenen Gruppen im Salzwasser die Hydroiden, Spongien, Hirudineen, Bryozoen, Bivalven, Ephemeriden, Perliden und Amphibien.

Im allgemeinen macht man bei dem Studium der einzelnen Lebensgemeinschaften die Beobachtung, daß in einer jeden Lebensgemeinschaft, durch welche besonderen Lebensbedingungen sie auch charakterisiert sei, sich drei verschiedene Elemente unterscheiden lassen.

Wir treffen in ihr einmal Organismen an, die sie mit vielen anderen Biocoenosen gemeinsam hat. Eine zweite Gruppe wird von den Tieren gebildet, die wohl auch anderwärts auftreten, die aber eine besondere Vorliebe für die untersuchte Lebensgemeinschaft zeigen und deshalb in ihr eine Massenentwicklung erlangen. Und schließlich enthält sie eine Anzahl von Tierarten, die charakteristisch für diese Biocoenose sind, an anderen Stellen nur gelegentlich in einzelnen Exemplaren sich finden — denn einzelne Individuen einer jeden Gemeinschaft können wohl stets auch einmal in einen anderen Lebensbezirk versprengt werden — die aber ihre eigentlichen Lebensbedingungen, auf die ihre Lebensbedürfnisse abgestimmt, an die sie angepaßt sind, nur hier finden.

Je exklusiver die Bedingungen eines Lebensbezirkes, je einseitiger sie entwickelt sind, um so mehr tritt die erste der genannten Gruppen nach Zahl der Arten und Individuen zurück und macht der zweiten und dritten Gruppe Platz, ja wird schließlich, wenn die Einseitigkeit in der Ausbildung der Lebensbedingungen ein Maximum erreicht, ganz von diesen verdrängt. Und so ist es denn

verständlich, daß die bionomische Forschung jene erste Gruppe als „Gäste“ bezeichnet und ihr die Anhängesilbe „-xen“ gibt (z. B. Trogl oxen, Kren oxen, Hal oxen), die zweite Gruppe „Liebhaber“ dieser Lebensgemeinschaft nennt, und daher z. B. von Trogl ophilen, Kren ophilen, Hal ophilen spricht, während sie die letzte Gruppe als „eigentlichen Bewohner“ dieser Stätte auffaßt, und ihnen daher die Namen Trogl obien, Kren obien, Hal obien usw. vorbehält.

Haloxene Formen, salzwasserfremde Elemente, Gäste aus dem Süßwasser bilden der Artenzahl nach einen Hauptbestandteil der Salzwasserfauna Westfalens, treten aber der Individuenzahl nach stark zurück. Außer vielen Wasserkäfern haben wir u. a. die folgenden haloxenen Arten im westfälischen Salzwasser gefunden¹⁾:

<i>Nais clinguis</i> MÜLL.	5,33	<i>Limnaea ovata</i> DRAP.	25,370
<i>Limnophilidenlarven</i>	6,309	<i>Asellus aquaticus</i> L.	25,370
<i>Cyclops serrulatus</i> FISCHER	6,309	<i>Musca vomitoria</i> L.	57,803
<i>Sialis</i> sp.	7,319	<i>Chydorus sphaericus</i> O. F. MÜLL.	59,408
<i>Notolca striata</i> EHRBG.	9,484	<i>Simoecephalus vetulus</i> O. F. MÜLL.	59,408
<i>Melusina (Simulium) maculata</i> Mg.	21,709	<i>Culex pipiens</i> L.	104,637
<i>Agrionidenlarven</i>	24,317	<i>Psychoda phalaenoides</i> L.	154,918
<i>Notolca acuminata</i> EHRBG.	24,317	<i>Lathryophthalmus (Eristalis) aeneus</i> SCOP.	154,918
<i>Diglena catellina</i> MÜLL.	24,317		
<i>Gammarus pulex</i> L.	25,370		

Eine besondere Stellung unter den Haloxenen nehmen die subterranean Formen *Niphargus puteanus* KOCH und *Haplotaxis gordioides* HARTM. ein, die in einer Salzquelle (9,193—13,98 im Liter) von Sassendorf leben.

Halophile Formen, d. h. solche Arten, die auch im Süßwasser regelmäßig vorkommen, aber bei uns doch eine solche Vorliebe für das Salzwasser zeigen, daß sie auch bei ziemlich hohen Konzentrationen noch eine Massenentwicklung erlangen. Hierhin gehören außer den beiden Stichlingsarten

<i>Gasterosteus aculeatus</i> CUV. var. <i>gymnurus</i>	58,9	<i>Gasterosteus pungitius</i> L. var. <i>gymnurus</i>	28,781
-------------------------------------------------------------------	------	-----------------------------------------------------------------	--------

den Krebsen

<i>Cyclops bicuspidatus</i> CLAUS	24,009	<i>Cyclops bisetosus</i> REHBERG	49,775
---------------------------------------------	--------	--------------------------------------------	--------

und dem Oligochaeten

<i>Lumbricillus lineatus</i> MÜLL.	61,831
--------------------------------------------	--------

¹⁾ Die hinter jedem Namen stehende Zahl bedeutet hier wie im folgenden die Höchstkonzentration des Wassers (g Salz im Liter), bei der die betreffende Art von uns bisher gefunden wurde.

vor allem die folgenden Dipterenarten:

<i>Dicranomyia modesta</i> WIED 23,21	<i>Nemotelus notatus</i> ZETT. 104,637
<i>Symplecta stictica</i> MG. 44,350	<i>Limosina limosa</i> FALL 112,310
<i>Symplecta similis</i> SCHUM. 21,709	<i>Limosina fontinalis</i> FALL 101,870
<i>Culex dorsalis</i> MG. 101,870	<i>Scatophaga litorea</i> FALL 23,21
<i>Stratiomyia riparia</i> MG. 28,781	<i>Limnophora litorea</i> FALL 104,637
<i>Hoplodonta viridula</i> FABR. 28,781	<i>Caenia palustris</i> FALL 44,35
<i>Scatella stagnalis</i> FALL 112,310	

Halobien, typische Salztiere, kommen in Menge und regelmäßig nur im Salzwasser, im Süßwasser höchstens in einzelnen versprengten Exemplaren vor. Hierher mit Sicherheit:

die Fliegen:

<i>Ephydra micans</i> HAL. 28,781	<i>Ephydra riparia</i> FALL 209,35
<i>Ephydra scholtzi</i> BECKER 124,370	

die Käfer:

<i>Philydrus bicolor</i> FABR. 104,637	<i>Ochthebius marinus</i> PAYK. 23,890
<i>Paracymus aeneus</i> GERM. 104,637	

die Schlupfwespe:

Urolepis maritima WALK aus *Ephydra riparia*

der Harpacticide:

Nitocra simplex SCHMEIL 21,541

das Rädertier:

Brachionus mülleri EHRBG. 43,330

[Vielleicht sind auch die Wassermilbe *Thyopsis cancellata* PROTZ (5,615) der Ostracode *Cyprinotus (Heterocypris) salina* BRADY (59,408), sowie das Rädertier *Colurus (Monura) loncheres* EHRBG. (13,86) zu den Halobien zu rechnen.]

Die Herkunft der westfälischen Salzwasserfauna.

Hinsichtlich ihrer Herkunft stehen die aus den subterranean Gewässern ausgespülten Arten *Niphargus* und *Haplotaxis* allen übrigen Salztieren gesondert gegenüber. Diese alle müssen, da natürlich die Annahme früherer zusammenhängender größerer Binnensalzwassergebiete, deren Reste unsere heutigen Salzstellen seien, von vornherein abzuweisen ist, in aktiver Wanderung (Flug) oder in passiver Verschleppung zu ihren jetzigen Wohnplätzen gelangt sein. Haloxene und halophile Arten sind aus dem benachbarten Süßwasser eingedrungen, die Halobien jedoch aus dem Salzwasser. Wie schnell diese Besiedelung vor sich gehen kann, zeigt das Beispiel des Geithesbaches bei Hamm, der erst seit 1904 Salzwasser führt und an Reichtum des Organismenlebens hinter den schon Jahrhunderte lang

vorhandenen Salzstellen nicht zurücksteht. Erleichtert wird der Organismentransport vor allem durch die offene Lage aller Salzstellen. Aber immerhin bleibt es recht bemerkenswert, wie die Halobien die einzelnen oft nur Quadratmeter großen Salzwässer zu finden verstehen, und dies auf Entfernungen von 20, 30, ja 100 km¹⁾; und in dem ganzen großen dazwischenliegenden Gebiete trifft man diese Halobien nicht an.

Die meisten der Halobien sind charakteristisch für das Salzwasser des Binnenlandes; nur für *Brachionus Mülleri* (und eventuell *Colurus (Monura) loncheres*) kann man vielleicht eine Verschleppung vom Meere her annehmen.

Von den Faktoren, die das Auftreten der einzelnen Arten an den Salzstellen beeinflussen, treten Temperatur, Nahrungsverhältnisse, Wasserstand, Wasserbewegung, Beschaffenheit des Untergrundes usw. an Bedeutung bei weitem zurück hinter der Stärke der Konzentration des Salzwassers. Nur der Einfluß, den die Höhe des Salzgehaltes auf die Zusammensetzung der Fauna ausübt, soll daher an dieser Stelle behandelt werden.

Der Einfluß des Salzgehaltes auf die Zusammensetzung der Fauna.

Bei der Wirkung, die die Konzentrationsverhältnisse auf die Wassertiere ausüben, muß die Einwirkung der absoluten Höhe des Salzgehaltes und der Einfluß der Größe der Schwankungen des Salzgehaltes unterschieden werden. Bei den uns hier interessierenden salzigen Binnengewässern Westfalens läßt sich indes diese Unterscheidung in praxi nicht durchführen, da hier der Steigerung der Konzentration auch stets eine Steigerung der Schwankungsamplituden parallel geht. Denn starke Regengüsse können hier in so gut wie allen Salzwasseransammlungen den Salzgehalt im höchsten Grade zeitweise herabsetzen, während langdauernde Sommerhitze die Konzentration des Salzwassers zunehmen läßt. Ob der Einfluß des Salzgehaltes auf die Fauna mehr der absoluten Höhe oder der Größe der Schwankungsamplituden in Rechnung zu stellen ist, läßt sich nicht entscheiden. Wahrscheinlich ist es, daß beide Komponenten des einen Faktors gemeinsam die biologischen Verhältnisse beeinflussen.

¹⁾ Dies ist die ungefähre Entfernung der Salzstellen am Nordrande des Beckens von Münster von der nächsten südlicher gelegenen (Hamm).

Schon eine geringe Erhöhung des Salzgehaltes beeinflusst die Fauna eines Gewässers beträchtlich.

So schwankte¹⁾ in der Werse, einem normalen Fließchen nahe bei Münster i. W., der Gehalt des Wassers an gelösten Stoffen in der Zeit vom September 1908 bis 1909 zwischen 0,302 g im Liter (19. Oktober 1908) und 0,463 g (15. August 1909); im Dortmund-Ems-Kanal bei Münster, der hauptsächlich aus der durch salzreiche Abwässer verunreinigten Lippe gespeist wird, betrugen dagegen die Schwankungen im Salzgehalt zur gleichen Zeit 0,266 g (8. März 1909) bis 1,805 g (14. Oktober 1909); und in dem dürren Sommer 1911 stieg im September der Salzgehalt hier sogar auf etwa $\frac{1}{2}$ %. Aber diese relativ kleinen Unterschiede im Chemismus beider Gewässer prägen sich doch deutlich in der Fauna aus. Weniger allerdings in qualitativer Beziehung: das Plankton des Kanals enthält eine nur unbedeutend geringere Artenzahl als die Werse; sehr klar aber in quantitativer Beziehung: die Planktonmenge ist im Dortmund-Ems-Kanal stets eine bei weitem kleinere als in der Werse. So fanden wir z. B. zur Zeit des Planktonmaximums (am 24. Juni 1909) in einem Liter Wersewasser etwa 6800 Organismen, in derselben Menge Kanalwasser zur gleichen Zeit jedoch nur 380 Tiere und Pflanzen.

Wesentlich höhere Konzentrationen und damit auch Salzgehaltsschwankungen weisen die jetzt von uns studierten Salzwässer Westfalens auf, und so kann es nicht wunder nehmen, daß der Einfluß des Salzgehaltes auf die Zusammensetzung der Lebewelt hier auch in qualitativer Hinsicht klarer in die Erscheinung tritt.

Bis zu einem Salzgehalt von etwa $2\frac{1}{2}$ % ist die Tierwelt in den westfälischen Salzgewässern noch eine recht mannigfaltige; das Hauptkontingent stellen die Haloxenen in reicher Artenzahl. Aber auch halophile Arten sind vertreten, so *Gasterosteus*, *Culex dorsalis*, *Dicranomyia*, *Stratiomyia*, *Nemotelus*, *Cyclops bicuspidatus* und *bisetosus*; und selbst von den Halobien kommen die Käfer *Philydrus*, *Ochthebius* und *Paracymus*, ferner *Lumbricillus* und gelegentlich auch *Ephydra* häufig vor.

Nimmt der Salzgehalt zu — bis zu mittleren Konzentrationen von etwa 10 % —, so sinkt die Artenzahl der Fauna beträchtlich. Von Haloxenen treffen wir nur noch ganz

¹⁾ Vgl. QUIRMBACH, Studien über das Plankton des Dortmund-Ems-Kanals und der Werse bei Münster i. W. Archiv f. Hydrobiol. und Planktonkunde. Bd. VII.

THIENEMANN, Fischereibiologisches aus dem Dortmund-Ems-Kanal. Jahresbericht des Fischereivereins für Westfalen und Lippe 1911.

einzelne Arten an¹⁾ (bis ca. 6% *Musca vomitoria*, *Chydorus sphaericus*, *Simocephalus vetulus*, bis 10% *Culex pipiens*). Vorherrschend sind die Halophilen und Halobien, die sich in ungeheurer Individuenzahl entwickeln können.

In Wasser von 12 bis 16% ist die Fauna äußerst monoton. Von den Haloxenen wurden nur einmal im Wasser von 15½% die Larven von *Psychoda phalaenoides* und *Lathryophthalmus* (*Eristalis*) *aeneus* gefunden, beides Arten, die sich auch gegen Fäulnis sehr resistent verhalten. Halophile Arten fehlen ganz, und die Halobien sind nur vertreten durch die Ephydralarven; diese allerdings können auch bei diesem Salzgehalte noch in ganz unglaublichen Mengen vorhanden sein.

Bei 20% Salzgehalt ist die Individuenzahl der Ephydralarven bis auf wenige Exemplare reduziert; und bei etwa 22% ist das Salzwasser völlig azoisch. Wenigstens unser westfälisches Salzwasser: daß anderorts auch konzentriertere Wässer noch von Organismen bewohnt sein können, geht z. B. aus einer Mitteilung von Suworow²⁾ hervor, der im Schlamme eines asiatischen Salzsees, dessen Wasser 28,53% Salze enthielt, neben einigen niederen Algen noch einzelne Oligochaeten, *Canthocamptus* sp., *Diaschiza* sp. und etwa 5 mm große Chironomidenlarven fand.

Allgemeinere Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen Chemismus und Besiedelung eines Gewässers.

Es mag gestattet sein, hier einige allgemeinere Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen dem Chemismus und der Besiedelung eines Gewässers einzuschalten.

Untersucht man innerhalb eines geographisch einheitlichen Teiles des fluvialen Lebensbezirkes Gebiete, an denen sich der chemische Faktor der Lebensbedingungen nach bestimmter Richtung einseitig entwickelt — z. B. durch Zunahme des Kochsalzgehaltes, des Gehaltes an organischen fäulnisfähigen Stoffen, an Humussubstanzen, an anorganischen giftigen Stoffen³⁾ u. dgl. —, so beobachtet man Folgendes:

¹⁾ Die hartschaligen Wasserkäfer können gelegentlich einmal in allen möglichen Konzentrationen gefunden werden.

²⁾ Suworow, Zur Beurteilung der Lebenserscheinungen in gesättigten Salzseen. Zool. Anz. **32** 1908 p. 676.

³⁾ Auch große „biologische Reinheit“ eines Wassers — d. h. Abwesenheit größerer Mengen organischer Stoffe jeder Art beim sonstigen „normalen“ Gehalt an anorganischen Salzen — kann als „Einseitigkeit“ im Chemismus aufgefaßt werden. Typus der Katharobien ist der Strudelwurm *Planaria gonocephala*.

1. Entwickelt sich das Charakteristische dieser Lebensbedingungen nur in schwachem Maße — z. B. geringer Salzgehalt, geringe Fäulnis, geringe anorganische Verunreinigung —, so werden alle empfindlichen Formen normalen Wassers ausgemerzt und es bleiben überall die gleichen, widerstandsfähigen Organismen in großer Arten-, aber meist geringer Individuenzahl erhalten. So finden wir die oben als haloxen bezeichneten Tiere des Salzwassers mit ganz geringen — zufälligen — Ausnahmen in der Liste der Mesosaprobien¹⁾ im Sinne von KOLKWITZ-MARSSON wieder, und ein Teil von ihnen (Wasserkäfer, *Sialis* sp., *Limnaea ovata*, *Asellus aquaticus*, *Nepa cinerea*) tritt auch da auf, wo ein Wasser durch anorganische Stoffe (Gifte) mäßig verunreinigt wird²⁾. Hier handelt es sich um Organismen, die vielen Biocoenen gemeinsam sind, vor allem solchen mit nicht allzu exklusiv entwickelten Lebensbedingungen, um die sog. Ubiquisten, die oft auch Kosmopoliten sind.

Wenn man die Eigenschaft eines Organismus, unter qualitativ sehr verschiedenen Lebensbedingungen gedeihen zu können, qualitative Anpassungsbreite oder Anpassungsbreite im speziellen nennt, und davon als quantitative Anpassungsbreite oder Anpassungsstärke die Eigenschaft eines Organismus unterscheidet, bei sehr variablen Intensitäten oder Quantitäten einer Lebensbedingung sich entwickeln zu können, so muß man den eben genannten Tieren eine große Anpassungsbreite, nicht aber allen eine große Anpassungsstärke zusprechen.

2. Prägen sich die chemischen Eigentümlichkeiten der einzelnen Stellen stärker aus, nimmt also die Einseitigkeit ihrer Lebensbedingungen zu, so werden auch die Unterschiede der einzelnen Biocoenen stärker. Von den vorher gemeinsamen Formen bleiben an der einen Stelle die einen, an der anderen die anderen übrig, so daß vielleicht schon hier gemeinsame Formen ganz oder fast ganz fehlen. Zugleich beginnen die für die bestimmte Eigenart des Wasserchemismus charakteristischen Arten aufzutreten. Die Elimination der vielen einzelnen Arten aber schafft für die wenigen übrigbleibenden Platz und Konkurrenzlosigkeit, und so können diese eine Massenentwicklung erlangen. Es sinkt also die Arten-

¹⁾ KOLKWITZ und MARSSON, Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. II 1909 p. 126—152.

²⁾ Vgl. THIENEMANN, in: J. KÖNIG, Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Berlin 1911, p. 1039.

zahl beträchtlich, die Individuenzahl der wenigen Arten aber steigt (vgl. das oben über die Halophilen Gesagte).

Die auf dieser Stufe vorhandenen Formen zeichnen sich vor allem durch ihre Anpassungsstärke aus.

3. Entwickeln sich aber die Lebensbedingungen noch stärker in ihrer Einseitigkeit, so wird das Faunenbild noch monotoner. Es treten alle anderen Arten völlig zurück gegenüber den jeweilig charakteristischen — Halobien, Polysaprobien usw. —, die nun allein oft in großer Individuenzahl das Feld beherrschen. Da diese Arten höchstens in einzelnen versprengten Individuen einmal in einem normalen, nicht einseitig charakterisierten Wasser vorkommen, so kann man sagen, daß bei ihnen die Anpassungsstärke des Individuums wohl groß sein kann, die der Art jedoch im allgemeinen geringer ist als bei den Organismen der vorigen Stufe (z. B. Halophilen).

4. Endlich aber kann die Einseitigkeit der Entwicklung der „Lebensbedingungen“ so stark werden, daß auch die hochspezialisierten Formen die Intensität dieser Einseitigkeit nicht mehr ertragen können; ihre Individuenzahl sinkt zuerst, und schließlich wird die betreffende Stelle azoisch („Vernichtungszone“ der Abwasserbiologie).

Wir fassen das Ergebnis der vorstehenden allgemeinen Darlegungen so zusammen:

Die Eigentümlichkeit einer bestimmten Biocoenose tritt erst hervor, wenn sich die Eigenart der sie charakterisierenden Lebensbedingungen über eine bestimmte Minimalgrenze hinaus entwickelt hat.

Dies prägt sich besonders klar aus beim Chemismus des Wassers, gilt aber wohl auch für alle anderen verbreitungsregulierenden Faktoren.

Vergleich der Salzwasserfauna Westfalens mit der anderer Gegenden.

Da über die Tierwelt der Salzquellen und Salinen anderer Gegenden nur spärliche Notizen vorliegen, so läßt sich nur schwer beurteilen, inwieweit die westfälische Salzfauna mit der anderer Länder übereinstimmt, oder wodurch sie sich unterscheidet.

In den Salinen am Strande der Adria, über die STEUER in seinem „Biologischen Skizzenbuch für die Adria“ (p. 32—44) berichtet, finden sich bei niederem Salzgehalt naturgemäß Meerestiere;

wird das Wasser konzentrierter, so treten die typischen Salinentiere auf, die *Ephydra*-Arten (*Ephydra macellaria* Egg., *micans* Hal., *Halmopota salinarum* Bouché) und die Käfer *Philydrus halophilus*, *Paracymus aeneus* und *Ochthebius corrugatus*. Man erkennt hier deutlich die große Ähnlichkeit der adriatischen und westfälischen Halobienfauna. Aber es besteht doch auch ein großer Unterschied zwischen beiden: in den adriatischen Salinen lebt *Artemisia* (*Artemia*) *salina* in großen Mengen und mit diesem bekannten Phyllopoden ein Flagellate, *Dunaliella salina*, der durch sein Massenaufreten die Mutterlauge of ganz rot färbt. Beide fehlen in Westfalen ganz; die sonst so weit verbreitete *Artemia salina* ist in Deutschland überhaupt noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden. Worauf das beruht, können nur ausgedehntere gründliche biologische Studien an den Salinen verschiedener Gegenden vielleicht erklären.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit unserer Salzwasserfauna zeigt auch die Fauna der in der Felsküste der Adria gelegenen „Spritzwasserlachen“ oder „rock pools“ (vgl. STEUER l. c. p. 54—56). In den höhergelegenen dieser „intralitoralen Meerwasserbassins“, in die die marine Fauna nicht mehr eindringt, findet sich eine kleine, aber charakteristische Lebensgemeinschaft, die den stark wechselnden Salzgehalt ertragen kann; wir kennen sie vor allem durch STEUERS und VAN DOUWES Untersuchungen. Hier leben neben dem Copepoden *Tigriopus fulvus* var. *adriatica*, Ostracoden, *Asellus*, die Käfer *Ochthebius steinbühleri* und *adriaticus*, die Larven von *Culex dorsalis* und *annulipes* sowie rote Chironomuslarven der *Plumosus*-Gruppe (s. l.) All diese, oder doch nächstverwandte Arten treffen wir auch in unserem Salzwasser an. Besonders charakteristisch für die *Rockpools* aber ist das häufige Vorkommen von *Dasyhelea halophila* KIEFF., einer eigenartigen *Chironomide* aus der Subfamilie der *Ceratopogoninae*. Und die zweite *Dasyhelea*-Art, die im Larvenstadium bekannt geworden ist, *D. longipalpis* KIEFF., stammt aus einem Salzgraben an der Saline Sassendorf, wo sie im Frühjahr die flutenden Algensträhne in großer Menge bevölkert. Aber mit diesen beiden kurzen Vergleichen ist auch das bisher vorliegende Vergleichsmaterial erschöpft.

Schluß.

Es wäre uns eine besondere Freude, wenn die hier gegebenen Ausführungen zur Untersuchung der salzigen Binnengewässer anderer Gegenden anregen würden. Wir sind überzeugt, daß solche Untersuchungen, schon in unserem engeren deutschen Vaterlande, sicher interessante Ergebnisse zeitigen müssen. Und nicht nur der Fauni-

stiker und Hydrobiologe werden dabei ihre Rechnung finden. Vor allem auch dem Physiologen kann ein eingehenderes Studium der typischen Halobien nur empfohlen werden. Daß *Artemia* lange Zeit auch in starken Giftlösungen munter umherschwimmen kann, ist bekannt. Aber auch die Ephydralarven leisten in Resistenz gegen äußere chemische Einflüsse Beträchtliches. Lebten doch diese Larven in 40%igem Formalin noch 9 Minuten, in 4%igem 21 Minuten, in absolutem Alkohol 29 Minuten, in 50%igem Alkohol fast 2 Stunden, in 25%igem $2\frac{3}{4}$ Stunden; ja sogar in Chrom-Osmium-Essigsäure der gebräuchlichen Konzentration bewegten sie sich noch fast eine Stunde lang.

Sache anatomischer und feinsten histologischer Untersuchung wird es sein, die morphologischen Grundlagen dieser geradezu unerhörten Widerstandsfähigkeit aufzufinden.

Herr Prof. J. W. SPENGEL (Gießen):

Zur Organisation und Systematik der Gattung *Sipunculus*.

Im Anschluß an die Mitteilungen, die ich im vorigen Jahre über meine zusammen mit Herrn Dr. MASER angestellten Untersuchungen an Sipunculiden gemacht habe, welche die Notwendigkeit ergeben hatten, aus der bisherigen Gattung *Sipunculus* eine Anzahl von Arten auszuscheiden und diese unter dem Namen *Siphonosoma* zu einer neuen Gattung zu vereinigen, möchte ich heute einige Ergebnisse vorlegen, zu denen ich und mein jetziger Mitarbeiter, Herr Dr. EMIL FOERSTER, in bezug auf die nach dieser Trennung verbleibende Gattung *Sipunculus* s. str. gelangt sind. Daß die darin zusammengefaßten Arten eine natürliche Einheit bilden, kann keinem Zweifel unterliegen. Schon äußerlich gleichen sie der typischen Art *S. nudus* in dem Besitz eines Rumpfes, dessen Haut mit parallelen Längswülsten ausgestattet ist, die unter rechtem Winkel von Ringfurchen durchschnitten werden, und eines Rüssels, der mit zahlreichen schuppenförmigen, ihre Spitze nach hinten kehrenden Papillen besetzt ist, während den Mund ein Tentakelapparat umstellt, der meist eine trichterförmige Membran mit wechselnd tief eingekerbtem Rande darstellt. (Auf Abweichungen von letzterer Regel soll heute nicht eingegangen werden.) Von den inneren Organen seien nur einige berührt. Die Ringmuskulatur ist im Gegensatz zu *Siphonosoma* immer in Bündel zerlegt, die durch bindegewebige Myosepten voneinander getrennt

sind. Diese entsprechen den erwähnten Ringfurchen der Haut. Der Darmkanal, der eine einfache oder eine doppelte Spira bilden kann, ist im Bereiche dieser durch zahlreiche Befestiger am Hautmuskelschlauch angeheftet, und ihre Achse durchzieht ein Spindel-muskel, der am hinteren Ende nicht aus der Spira heraustritt, also sich nicht wie bei *Siphonosoma* am Ende der Eichel anheftet. Auf dem Ösophagus verlaufen zwei Cölomgefäße. Ein Rectum mit drüsiger Wand wie bei *Siphonosoma* findet sich nicht. Die vier Rüsselretractoren entspringen auf gleichem Niveau. Das Bauchmark, das gegen sein hinteres Ende stets zu dem sog. Schwanzganglion angeschwollen und das von einer mächtigen, kompliziert gebauten Hülle umschlossen ist, aber keine Muskelscheide besitzt, ist nur im Bereiche des Rumpfes dem Hautmuskelschlauch dicht angelagert, rückt aber von der Basis des Rüssels an weit davon ab, so daß es nur durch sehr verlängerte Nervenpaare damit verbunden ist, und ist auf letzterer Strecke von zwei Muskeln begleitet, die sich vom Hautmuskelschlauch abspalten. Zwei lange Commissuren verbinden es mit dem Gehirn. Dieses trägt an seinem Vorderende eine in das Cölom vorspringende, bei *S. nudus* gefingerte, bei anderen Arten oft anders gestaltete Fortsetzung. Augen sind nicht vorhanden, ebensowenig ein Nuchalorgan; das Fehlen des letzteren dürfte mit der meist sehr beträchtlichen Tiefe und Enge des Cerebraltubus in Zusammenhang stehen. Die einzigen bisher bekannten Sinnesorgane sind Hautkörper und treten als solche meist neben den Drüsen auf. Unter diesen sind zweierlei, zwei- und vielzellige, vorhanden.

Neben diesen allen Arten gemeinsamen Merkmalen sind nun gewisse mehr oder weniger weitgehende Verschiedenheiten vorhanden, die eine Unterscheidung der Arten viel sicherer gestatten, als es die bisher zu diesem Zweck benutzten Verhältnisse (Ursprung der Retractoren aus bestimmten Längsmuskelbündeln usw.) tun, so daß nicht nur Species, deren Abgrenzung gegen andere (z. B. von *S. robustus* und *phalloides* gegen *nudus*) unsicher erschien, dadurch ermöglicht wird, sondern daß auch mehrere der bisher angenommenen Arten sich als Komplexe von solchen erwiesen haben, die nicht einmal in allen Fällen einander sehr nahe stehen. Einige dieser Merkmale verhalten sich so, daß die Gattung *Sipunculus* sich an ihrer Hand in zwei Gruppen zerlegen läßt, deren Angehörige in diesen Punkten untereinander übereinstimmen. Als ein solches sei erwähnt die zwar schon beobachtete, aber nicht in ihrer systematischen Bedeutung gewürdigte abweichende Lage des

After, der bei *S. nudus* und der Mehrzahl der Arten, die eben die eine Gruppe bilden, in erheblichem Abstände von der Rüsselbasis auf der dorsalen Seite des Rumpfes gelegen ist, bei *S. indicus* aber und den sich an diesen anschließenden Arten ganz dicht an die Rüsselbasis herangerückt ist. Dementsprechend findet sich bei letzteren Arten ein den ersteren fehlender, in seiner ganzen Ausdehnung dem Hautmuskelschlauch angehefteter verlängerter Enddarm, und die Nephridien, die sonst vor dem After ausmünden, bleiben hinter diesem um ein beträchtliches Stück zurück. Andererseits weisen diese Organe bei den kurz als *indicus*-Gruppe bezeichneten Arten insofern eine Besonderheit auf, als sie sehr lang, aber mit Ausnahme ihres ganz kurzen hintersten Abschnittes dem Hautmuskelschlauch dicht angeheftet sind, während sie in der *nudus*-Gruppe verhältnismäßig kurz, nichtsdestoweniger aber entweder ganz frei oder nur zu einem kleinen, übrigens bei verschiedenen Arten in charakteristischer Weise wechselnden Teil angeheftet sind. Ein weiteres Merkmal der *indicus*-Gruppe bildet ein bisweilen fast die Größe des Gehirns erreichender bindegewebig-muskulöser Knoten von unbekannter Funktion, der unmittelbar vor jenem liegt; ferner ein Paar akzessorischer Retractoren, die etwa vom Gehirn zur Rüsselbasis hinziehen. Endlich ist bei allen Arten dieser Gruppe die Darmspira einfach, in der *nudus*-Gruppe aber doppelt, indem noch eine sekundäre Schlinge des absteigenden Darmes in die Spira mit aufgenommen ist. Mit der Verlagerung des After, steht es offenbar in Zusammenhang, daß der Spindel-muskel, der in der *nudus*-Gruppe ventral vom Enddarm verläuft und dicht vor dem After entspringt, in der zweiten aus der Muskelscheide des verlängerten Enddarmes auf der dorsalen Seite hervorgeht.

Dazu kommt endlich ein sehr eigentümliches Verhalten der Haut, das sich nur in der *indicus*-Gruppe findet; es ist gegeben in Gebilden, die WILHELM FISCHER in seinen „Weiteren Beiträgen zur Anatomie und Histologie von *Sipunculus indicus*“ 1893 p. 4 als Haftfasern beschrieben und von denen er erklärt hat, sie seien die wenn auch sehr viel feineren bei *S. nudus* vorhandenen Fasern der Cutis oder des Coriums. Das ist nun keineswegs richtig, sondern sie sind eine Eigentümlichkeit der *indicus*-Gruppe und von ganz anderer, völlig unerwarteter Natur. Ich muß sie kurz beschreiben. Gegenüber den immer sehr feinen Coriumfasern, wie sie neben den Haftfasern auch in der *indicus*-Gruppe vorhanden sein können, sind sie stets sehr dick und ziehen von der Haut aus

ins Corium hinein. An jener entspringen sie an ganz bestimmten Stellen, nämlich am Grunde der Längs- und Ringfurchen, besonders zahlreich der letzteren, was eben FISCHER veranlaßt hat, sie Haftfasern zu nennen. In ihrem Verlauf nach innen tritt eine Aufspaltung in feinere Äste ein, die aber auch dann noch viel größer bleiben als die Bindegewebsfasern. Bisweilen begeben diese Äste sich ins Corium und verflechten sich dort zu einem ungemein dichten Filz. In anderen Fällen durchziehen sie dieses gerades Weges und dringen durch die Myosepten in die Muskulatur ein, um sich zwischen Diagonal- und Längsfasern, erstere und die Ringmuskelfasern umspannend, nach vorn und hinten zu wenden, wobei sie gelegentlich bis in die Längsmuskelfasern hinein zu verfolgen sind. Wie sie hier aufhören, war nie sicher zu erkennen. Im einzelnen ist das Verhalten nicht nur bei verschiedenen Arten verschieden, sondern wechselt auch nach den Körperregionen in so mannigfaltiger Weise, daß sie schon für sich allein brauchbare Kennzeichen für die Artunterscheidung bieten, deren Darstellung aber der ausführlichen Beschreibung vorbehalten bleiben muß. Was aber sind nun diese Haftfasern? Schnitte durch die Haut lassen keinen Zweifel darüber, daß sie unmittelbare Fortsetzungen der Cuticula sind. Sie stehen nicht nur im ununterbrochenen Zusammenhang mit dieser, färben sich genau in der gleichen Weise wie sie, sondern durchbrechen auch an ihrem Ursprung die Epidermis, die sich um jede Faser und über alle ihre Äste als ein geschlossener Mantel fortsetzt, der nahe der Haut noch aus hohen Zellen besteht, weiter nach innen jedoch dünn wird und schließlich nur noch eine feine protoplasmatische Scheide darstellt, in der man hier und da einen Kern erkennt. Jede Haftfaser bildet, mit anderen Worten, die cuticulare Auskleidung eines engen Epithelschlauches, der sich unter mehr oder weniger reicher Verästelung von der Epidermis aus in die Tiefe senkt. Die Sache ist also sehr eigenartig, und ich kenne kein rechtes Analogon dazu bei irgendeinem anderen Tiere. Man muß die Gebilde schon verästelten schlauchförmigen Drüsen vergleichen, die aber nicht von flüssigem Secret erfüllt sind, sondern von starrer Cuticula, die in die der Epidermis übergeht. Ob ihre physiologische Bedeutung sich mit der Benennung als Haftfasern völlig erschöpft, muß ich dahingestellt sein lassen.

Wie man sieht, sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen so zahlreich und z. T. so groß, daß der Gedanke naheliegt, beide sogar zu Gattungen zu erheben, also auch die nach Abtrennung von *Siphonosoma* verbleibende Gattung *Sipunculus* auf-

zulösen in die Gattung *Sipunculus* mit dem Typus *S. nudus* und eine zweite, die dann neu zu benennen wäre. Obgleich nun, wie wir gleich sehen werden, auch noch in einem weiteren Punkt eine wesentliche Übereinstimmung aller Vertreter der *indicus*-Gruppe hinzukommt, halte ich doch diese Zerlegung nicht für ausführbar, weil eine von SELENKA neu beschriebene Art, *S. mundanus* von der Ostküste Australiens, sich in den meisten oben erwähnten Merkmalen dieser Gruppe anschließt, jedoch mit Ausnahme der Haftfasern, von denen sich bei ihr auch nicht die geringste Spur findet. Aber selbst wenn man darauf, weil es sich um einen negativen Charakter handeln würde, kein großes Gewicht legen wollte, so würde dennoch in einem anderen Punkte, auf den ich nunmehr zu sprechen kommen werde, noch ein positiver dazutreten. Seine Besprechung habe ich deshalb bis zuletzt zurückgestellt, weil gerade in diesem für die Feststellung der *Sipunculus*-Arten besonders wichtigen Punkte unsere Untersuchungen viel Neues zutage gefördert haben. Wie in der Gattung *Siphonosoma* Fortsetzungen des Cöloms, die sich zwischen den Muskeln hindurch in das Corium hinein erstrecken, eine große Rolle auch in systematischer Richtung spielen, indem sie eine für jede Art charakteristische Gestalt aufweisen, so ist das auch für *Sipunculus* der Fall. Wie schon geraume Zeit bekannt, kommt dem *S. nudus* ein System von intracorialen cölomatischen Längskanälen zu, die jeweils über dem Zwischenraum zweier Längsmuskelbündel den Rumpf in seiner ganzen Länge von der Rüsselbasis bis in die Eichel durchziehen, an den Schneidepunkten zwischen Ring- und Längsmuskelbündeln durch Stomata mit dem allgemeinen Cölom in offener Verbindung stehen und sich von diesem aus mit der an zelligem Inhalt reichen sog. Blutflüssigkeit füllen. In soweit macht man den gleichen Befund bei den sämtlichen Arten, die der *nudus*-Gruppe angehören, während in der *indicus*-Gruppe auch in dieser Hinsicht wieder wesentlich abweichende Verhältnisse vorliegen. Aber in der besonderen Ausbildung der Hohlräume zeigen die einzelnen Arten Eigenheiten, die in sehr brauchbarer Weise zur Charakterisierung dieser dienen können. In sehr vielen Fällen haben wir die Hauptzüge durch das gleiche Verfahren feststellen können, das wir bei *Siphonosoma* mit Erfolg angewendet hatten, nämlich durch die im vorigen Jahre beschriebene Füllung zuvor stark gepreßter Hautstücke mit gefärbten Flüssigkeiten, wozu wir auch jetzt hauptsächlich lösliches Berliner Blau benutzt haben. Zunächst ist es nun von Wichtigkeit, zu ermitteln, wie die fortlaufenden Längskanäle ontogenetisch

entstehen, durch die sich *Sipunculus nudus* so auffallend von *Siphonosoma* unterscheidet, bei dem ja von jedem Stoma ein eigenes System blindgeschlossener Fortsätze abgeht. Es genügen dazu kleinere Exemplare der genannten Art, von etwa 10 cm Länge oder auch etwas darüber. An diesen sieht man leicht, wenn man nach der Füllung ein Hautstück aus dem hintersten Rumpfabschnitt untersucht, daß hier statt der Längskanäle mehrere kurze getrennte Abschnitte vorhanden sind, deren jeder aus zwei Blindsäckchen besteht, die sich von einem Stoma aus eines nach vorn und eines nach hinten erstrecken. Es bedarf nur eines Zusammenstoßens dieser eine Längsreihe bildenden Systeme und ihrer Verschmelzung, so entstehen die Längskanäle. Es sind danach bei *Sipunculus* ebenso wie bei *Siphonosoma* anfangs von den Stomata ausgehende Blindsäcke vorhanden, die aber von diesen nicht nach rechts und links sich ausziehen, sondern nach vorn und hinten. Zu der Verschmelzung aber kommt es, wie wir weiter sehen werden, nur in der *nudus*-Gruppe; nur diese also haben Längskanäle. Bleiben wir zunächst einmal bei diesen, so konstatieren wir, daß diese wieder allerlei Modifikationen unterliegen können. Bei einer Anzahl von Arten, wie *S. nudus*, *norvegicus*, um nur die einzigen zu nennen, bei denen sie bis jetzt wirklich untersucht worden sind, bleiben sie zylindrisch. Bei anderen nehmen sie eine kompliziertere Gestalt an, indem sie innerhalb des Coriums außen, rechts und links mit zahlreichen kurzen Blindsäckchen besetzt sind, die in jedem der durch die Furchen begrenzten Hautfelder eine kleine Gruppe bilden. So ist es z. B. bei *S. robustus* und *phalloides*, 2 Arten, die AUGENER nicht von *S. nudus* zu trennen vermocht hatte, die aber durch das erwähnte Merkmal ihrer Längskanäle scharf davon unterschieden sind und ferner voneinander durch das sehr ungleiche Verhalten der pigmentierten Bestandteile ihrer Haut; dies sind bei *S. robustus* in regelmäßigen Querreihen über die Längskanäle hinüberziehende Hautkörper, bei *S. phalloides* zu deren beiden Seiten angebrachte locker verteilte Massen, die mit den Hautkörpern nicht in Zusammenhang stehen (Näheres darüber später).

Untersucht man nun gefüllte Hautpräparate von der Fläche her, so gewinnt man bei gewissen Arten den Eindruck, daß außer den das Corium durchziehenden Längskanälen noch ein zweites System von solchen vorhanden sei, das parallel mit ihnen die Länge des Rumpfes durchzieht, aber tiefer gelegen ist. Dieses erscheint oft nicht glattwandig, sondern mit bald reichlicheren, bald spär-

licheren, bei der einen Art kürzeren, bei einer anderen längeren, hier ziemlich regelmäßig, dort recht unregelmäßig nach rechts und links abgehenden Aussackungen ausgestattet. Diese Erscheinung, deren Aufklärung uns anfangs gewisse Schwierigkeiten bot, hängt folgendermaßen zusammen. Die vermeintlichen tieferen Längskanäle entbehren einer gegen das Körperinnere gekehrten Wand und sind nichts als die von außen gesehenen Rinnen zwischen den Längsmuskelbündeln, und die Aussackungen sind Fortsätze dieser Rinnen, die sich zwischen die Längsmuskelbündel und die Diagonalfaserschicht hinein erstrecken, also im wesentlichen Intermuskulär-cöca, wie wir sie bei *Siphonosoma*, hier aber oberhalb der Stomata abgehend, ebenfalls gefunden haben. Erst Schnittpräparate gaben uns den nötigen Aufschluß.

Diese Angaben über die intracorporalen Cölomkanäle der *nudus*-Gruppe mögen für diesmal genügen. Auf einen besonderen Fall gehe ich nachher noch ein. Zunächst wenden wir uns zur *indicus*-Gruppe. Hier sind, wie bereits bemerkt, keine kontinuierlichen Längskanäle vorhanden, sondern in jedem Hautfeld des Rumpfes findet sich ein eigener Hohlraum, und dieser hat bei verschiedenen Arten verschiedene Gestalt, ist z. B. bei *S. indicus* von der Fläche gesehen etwa rechteckig mit je zwei kurzen Aussackungen an den vorderen und hinteren Ecken, bei *S. discrepans* SLUITER oval, aber ringsum mit kurzen, verästelten Blinsäckchen besetzt, bei *S. gravieri* HERUBEL sind letztere ebenfalls vorhanden, aber der Hohlraum ist V-förmig gestaltet. Bei *S. branchiatus* (= *S. mundanus branchiatus* W. FISCHER) sind statt dessen schräg angeordnete längliche Schläuche vorhanden, von denen je einige blinde Ästchen abgehen, die über die Hautoberfläche sich erheben (FISCHER's Kiemen).

Auch in allen diesen Fällen steht der Hohlraum mit dem Cölom in Zusammenhang; aber die einzelnen Hohlräume stehen nicht miteinander in Verbindung, sondern jeder empfängt aus einem Stoma einen Kanal, der von vorn in ihn einmündet, und ein zweiter geht von seinem Hinterende — bei *S. gravieri* vom Grunde zwischen den beiden Schenkeln des V aus und ist dementsprechend erheblich länger als der vordere — aus und öffnet sich in das hintere Stoma, wobei zu bemerken ist, daß also von jedem Stoma 2 Kanäle ausgehen, ein zuführender des dahinter und ein abführender des davor gelegenen Hohlraumes, die beide in der Regel etwas seitlich gegeneinander verschoben sind. Nun finden sich die geschilderten Verhältnisse nicht in der ganzen Ausdehnung des Rumpfes, sondern sind in dessen hinterem Abschnitt und in der Eichel durch andere

ersetzt. Hier sind die von den Stomata ausgehenden Kanäle baumförmig verästelt und durchziehen die mächtigen Muskelschichten bis in das Corium hinein, wo sich ihre Endverästelungen, ohne größere Hohlräume zu bilden, reich entfalten, übrigens wieder in verschiedener Weise je nach Körperregionen und Arten, was alles hier nicht näher ausgeführt werden kann. Aber auch im Rumpf sind außer den vorhin geschilderten an beiden Enden mit dem Cölom kommunizierenden Hohlräumen andere vorhanden, die mehr oder minder reich baumförmig verästelt und an den Enden blind geschlossen sind. Sie entspringen nahe den Stomata, also weit nach innen, und folgen vorzugsweise den Zügen der Diagonalmuskulatur, also in schräger Richtung, bisweilen nach vorn und hinten zu, bisweilen nur in einer Richtung. All dies ist von solcher Mannigfaltigkeit, daß hier die wenigen kurzen Bemerkungen genügen müssen, zumal da auch die Beobachtungen wegen der Schwierigkeit, gute Füllungen zu erzielen, lückenhaft haben bleiben müssen.

Während sich nun, wie gesagt, im ganzen die *nudus*- und die *indicus*-Gruppe auch nach dem Verhalten ihrer Integumentalhöhlen gut gegeneinander kennzeichnen lassen, gibt es in jeder dieser beiden je eine Art, die sich dem Schema nicht fügt. Eine habe ich schon wegen der ihr fehlenden Haftfasern erwähnt: es ist *S. mundanus*, ein Tier, das nach den meisten übrigen Merkmalen (nach vorn verlagertem After usw.) nur der *indicus*-Gruppe eingeordnet werden kann. Dabei hat es aber einfach zylindrische kontinuierliche Längskanäle, die sich in keinem Punkte wesentlich von denen der *nudus*-Gruppe unterscheiden. Andererseits weist ein Tier, das LANCHESTER 1905 als *S. titubans* beschrieben hat, aus der Nähe von Sansibar, das zwar in allen übrigen Merkmalen wie der eigentliche *S. titubans* ein charakteristischer Repräsentant der *nudus*-Gruppe ist, aber eine andere Art darstellt, die wir *S. incongruens* nennen wollen, intracoriale Hohlräume auf, die sich in gewissen Punkten denen der *indicus*-Gruppe nähern, aber doch sehr eigenartig sind und in ihrer ungemein reichen Verästelung innerhalb jedes Hautfeldes geradezu an *Siphonosoma* erinnern. Es ist uns leider nicht gelungen, davon ganz vollständige Füllungen zu erhalten. Soweit wir sehen, gehen auch hier in ein Hautfeld von dem davor und dem dahinter gelegenen Stoma je ein Kanal hinein, vereinigen sich aber nicht in einem zentralen Hohlraum, sondern verästeln sich beide reich innerhalb des dicken Coriums, und zwar so, daß alle Äste dicht unter der Epidermis liegen; wir haben aber nicht sicher feststellen können, ob zwei getrennte Astgruppen vorhanden sind

oder ob diese miteinander in Verbindung treten. In letzterem Falle würde sich der Zustand als eine durch die baumartige Verästelung des Hohlraumes charakterisierte Modifikation des *indicus*-Typus ansehen lassen. Leider wissen wir auch über die Ontogenie der intracorialen Hohlräume dieser Gruppe nichts aus unseren Beobachtungen, doch darf man vermuten, daß die auch hier vorhandene doppelte Verbindung jedes Hohlraumes mit einem vorderen und einem hinteren Stoma kaum in einer anderen Weise entstanden sein kann, als daß einer der beiden Kanälchen, wahrscheinlich der als zuführender gedeutete vordere, sich zum Hohlraum ausgebildet und dann mit dem zweiten (hinteren) sekundär in Zusammenhang getreten sein wird. Wenn diese Auffassung zutrifft, so würde das Kanalsystem von *S. incongruens* auch dann, wenn seine beiden Astgruppen tatsächlich getrennt sein sollten, sich leicht daran anschließen lassen. Trotzdem besitzt dieses Tier keine anderen Merkmale der *indicus*-Gruppe, auch keine Haftfasern, sondern muß in allen anderen Beziehungen zur *nudus*-Gruppe gestellt werden. *S. mundanus* und *S. incongruens* stellen sich danach, und zwar jede dieser beiden Arten in anderer Weise, so zwischen diese Gruppen, die sonst so scharf voneinander gesondert erscheinen, daß es unmöglich ist, sie als Gattungen voneinander zu trennen.

Endlich sei es mir gestattet auf einen Punkt einzugehen, der allen *Sipunculus*-Arten zukommt, von dem man aber bisher sehr ungenügende Kenntnis hatte. Bei äußerlicher Betrachtung z. B. des *S. nudus* kann der Eindruck entstehen, daß das Tier außer seinem weit nach vorn an der dorsalen Seite gelegenen After an der Spitze der Eichel noch eine Körperöffnung habe, was schon seit langem den Beobachtern aufgefallen ist. Wie jedoch durch ANDREAE festgestellt worden ist, führt diese, die ein querer, von einer dorsalen und einer ventralen Lippe eingefasster Spalt ist, nicht ins Innere, sondern ist die Öffnung eines Blindsackes. Über dessen Natur womöglich etwas zu erfahren, schien mir um so wünschenswerter, als alle *Sipunculus*-Arten diesen besitzen, während er *Siphonosoma* und, soviel bekannt, auch allen übrigen Sipunculideen abgeht. Sagittalschnitte zeigten nun deutlich, daß dem Gebilde eine komplizierte Struktur zukommt. Der Sack ist von einer Fortsetzung der Epidermis ausgekleidet, deren Cuticula zwar gegen den Grund zu allmählich an Dicke abnimmt, aber doch in seinem größten Teile eine ziemliche Stärke behält. Ganz nach innen wird sie rasch sehr fein, so daß sie schließlich nur noch mit starker Vergrößerung zu erkennen ist, und gleichzeitig hat sich auch die Be-

schaffenheit des Epithels wesentlich verändert. Die Kerne der augenscheinlich sehr schmalen Zellen liegen in verschiedenem Niveau, so daß ein an ein mehrschichtiges Epithel erinnerndes Bild entsteht, wie es bei wirbellosen Tieren häufig ist und namentlich in Sinnesepithelien meist auftritt. Daß es sich tatsächlich um ein Sinnesepithel handelt, kann kaum zweifelhaft sein, wenn an dem bisher allein untersuchten konservierten Material auch keine Sinneshaare haben nachgewiesen werden können. Einstweilen muß zur Bestätigung dieser Auffassung der Nachweis einer reichen Nervenversorgung genügen. Das Bauchmark der *Sipunculus*-Arten ist bekanntlich gegen sein hinteres Ende immer stark keulenförmig verdickt zu dem, was LEYDIG das Schwanzganglion genannt hat. Dieses läuft in zwei kräftige Nerven aus, die zu beiden Seiten des Blindsackes gegen die Muskulatur verlaufen und auch Äste in diese entsenden, nach deren Abgang aber sich bis an die Wand des Blindsackes fortsetzen, nämlich gerade an die Stelle, wo sein oben erwähnter abweichend gebauter Grundabschnitt anfängt. Hier angelangt biegt der Nerv, indem er einen dort den Sack kreuzenden Muskel durchbricht, scharf nach vorn zu um und zieht bis an den Grund des Sackes, wo er in dessen Wand eindringt und sich in eine Anzahl von Ästen auflöst. Der rechte und linke Schwanznerv verhalten sich ganz gleich und versorgen also beide das Sinnesepithel. Was nun die physiologische Bedeutung dieses Sinnesorgans anbetrifft, so kann ich einstweilen auch nur eine Vermutung aussprechen. Ich glaube, daß ihm kaum eine andere Funktion zugesprochen werden kann als die eines statistischen Organs, einer durch eine weite Öffnung mit der Außenwelt in Verbindung stehenden Statocyste. Ein solches Organ, das jedoch am Vorderende des Bauchmarks gelegen ist und dessen Kanal am Grunde der Tentakel nach außen ausmündet, habe ich Ihnen im vorigen Jahre von *Siphonosoma* geschildert und zugleich angegeben, ein gleiches sei auch bei *Physcosoma* vorhanden, fehle aber sicher bei *Sipunculus* am entsprechenden Orte. Nun glaube ich eine Statocyste auch bei dieser Gattung gefunden zu haben, aber nicht am Vorderende des Körpers, sondern am Hinterende, wie auch bei Crustaceen die Statocysten sowohl in den Antennen als auch im Telson gelegen sein können. Im Schwanzblindsacke von *Sipunculus* findet man nicht selten Sandkörnchen. Ob sie nur als zufällige Verunreinigungen hineingekommen sind oder als Statolithen dienen, wofür wir ja ebenfalls Analogien haben würden, vermag ich nicht zu entscheiden.

Diskussion:

Herr Dr. MARTINI, Prof. SPENGEL, Dr. THIENEMANN und Prof. SPENGEL. Herr Dr. THIENEMANN weist auf eine gewisse Analogie der Haftarfasern mit dem Endoskelett der Insekten hin.

Herr Dr. R. HARTMEYER: Über eine mehr als 2 m lange Ascidie (Demonstration).

Dr. PAUL KRÜGER (Berlin):

Demonstration zu einer elektiven Färbung der Binde-substanzen.

Die Schnitte, am besten von Sublimat-Eisessig-Material, kommen bis zu 24 Std. in 80 % Alkohol, dem so viel Jod-Jodkalium zugesetzt ist, daß er ungefähr die Farbe von Kognak besitzt. Sie nehmen hierin eine hellgelbe Färbung an und kommen, nachdem sie flüchtig mit Aqua dest. abgespült worden sind, in eine Hämatoxylin-Lösung, die im wesentlichen der DELAFIELD'schen gleicht. Das Rezept wird im Zool. Institut der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin schon seit langer Zeit gebraucht.

1. Kristallisiertes Hämatoxylin lösen in Alkohol absolutus bis zur Sättigung, so daß stets ein Bodensatz bleibt. Die Lösung muß mehrere Tage stehen, ehe sie verwendet werden kann.

2. Ammoniakalaun in der Wärme lösen in Aqua dest. Der Überschuß kristallisiert aus.

3. Glyzerin, dick wie es in den Handel kommt.

4. Methylalkohol.

Von 1. zu nehmen	100 ccm
„ 2. „ „	3750 „
„ 3. „ „	625 „
„ 4. „ „	625 „

Alle vier Flüssigkeiten werden zusammen in eine Flasche gegossen und, ohne zu filtrieren, 2—3 Monate offen stehen gelassen. Erst dann schließt man die Flasche.

In dieser Farblösung bleiben die Schnitte gleichfalls bis 24 Std., wobei sie sehr dunkelrotbraun werden. Sie werden wiederum mit Aqua dest. abgespült und mit Salzsäurealkohol (80%iger + 1% HCl) differenziert. Die überschüssige Säure wird mit 80%igem Alkohol, dem 0,5—1 % konzentriertes wässriges Ammoniak zugesetzt ist, neutralisiert. Das Endresultat bei richtiger Differenzierung ist, daß nur noch die Kerne blau sind und die Binde-substanzen eine

braune bis schwarze Färbung angenommen haben. Eine Nachfärbung mit Eosin läßt Plasma, Muskulatur usw. stärker kontrastieren.

Die ältesten Präparate sind ein halbes Jahr alt, ohne sich verändert zu haben. Genaueres folgt an anderer Stelle.

Dritte Sitzung.

Mittwoch, den 14. Mai 9—12¹/₂ Uhr.

Erster Gegenstand war die Wahl des nächsten Versammlungsortes. Es lagen Einladungen des Herrn Prof. Dr. DOFLEIN für Freiburg und der Internationalen Ausstellung für Buchgewerbe und Graphik und des Rates der Stadt Leipzig für Leipzig vor. Es wurde Freiburg einstimmig gewählt.

Darauf verkündete der Vorsitzende, daß der Vorstand für die nächste Vorstandswahl Herrn Prof. HEIDER als ersten, die Herren Prof. KORSCHOLT, Prof. BRAUN und Prof. KÜKENTHAL als stellvertretende Vorsitzende und Herrn Prof. BRAUER als Schriftführer empfehle.

Es folgte alsdann die Beratung der Anträge des Vorstandes auf Abänderung der Statuten. Diese sind folgende:

1. Der § 5 erhält folgende Fassung:

§ 5.

„Jedes Mitglied zahlt zu Anfang des Geschäftsjahres, welches mit dem 1. Januar beginnt und mit dem 31. Dezember endet, einen Jahresbeitrag von 15 bzw. 10 M. (s. § 12, Abs. 3) an die Kasse der Gesellschaft.

Die Jahresbeiträge können durch eine einmalige Bezahlung von einhundertfünfzig Mark abgelöst werden.

Wer im Laufe eines Geschäftsjahres eintritt, zahlt den vollen Jahresbeitrag.

Mitglieder, welche der Gesellschaft mindestens 10 Jahre angehört und während dieser Zeit jährlich einen Beitrag von 15 Mark entrichtet haben, können für die Zukunft ihre Beiträge durch eine einmalige Zahlung von einhundert Mark ablösen.“

2. § 12, Absatz 3 erhält folgende Fassung:

„Über jede Versammlung wird ein Bericht veröffentlicht. Von diesem erhält jedes Mitglied, welches einen Jahresbeitrag von 15 Mark entrichtet oder gemäß § 5 Abs. 2 und 4 die Jahresbeiträge durch eine einmalige Zahlung abgelöst hat, ein Exemplar unentgeltlich.“

Die Anträge werden vom Schriftführer in folgender Weise begründet:

Die vorgeschlagenen Änderungen betreffen folgende beiden Punkte:

1. Das Geschäftsjahr beginnt nicht mehr am 1. April und endet am 31. März, sondern beginnt am 1. Januar und endet am 31. Dezember.

2. Die Jahresbeiträge werden um 5 Mark, die Summe zur Ablösung der Beiträge um 50 Mark erhöht.

Punkt 1. Da der Wechsel des Vorstandes am 1. Januar erfolgt, so fällt er nicht mit dem Abschluß des Geschäftsjahres zusammen. Eine Änderung in dem Sinne, daß beide zusammenfallen, ist empfehlenswert, 1. weil sonst beim Wechsel des Schriftführers der neue Schriftführer auch über das letzte Viertel des Geschäftsjahres, für das der Vorgänger ganz verantwortlich sein sollte, Rechnung ablegen muß, und 2. weil dadurch mehr Aussicht gegeben ist, daß die Beiträge der Mitglieder frühzeitiger eingesandt werden, und die Gesellschaft imstande ist, die großen Rechnungen für den Druck der Verhandlungen, die gewöhnlich im August eingehen, rechtzeitig zu bezahlen.

Punkt 2. Die Erhöhung der Beiträge ist durch die ungünstige finanzielle Lage der Gesellschaft notwendig geworden. In den letzten „Verhandlungen“ ist sie auf S. 211 ff. dargelegt. Es sei nur hervorgehoben, daß die Einnahmen die Ausgaben nicht mehr decken. Sieht man von dem Kassenvorrat ab, der nur dadurch entstanden ist, daß im Jahre des letzten Internat. Zoologen-Kongresses keine Verhandlungen gedruckt wurden, und der durch das ständige Defizit in wenigen Jahren wieder aufgebraucht sein wird, und rechnet man weiter die 100- und 50-Mark-Beiträge (= 750 M.), die zur Ablösung der Beiträge bezahlt sind, nicht mit, weil sie eigentlich dem Kapital überwiesen, nicht aber für die jährlichen Ausgaben verwandt werden sollten, und die im voraus für 1912/13 bezahlten Beiträge (= 150 M.) nicht mit, so haben die Einnahmen im letzten Jahre 1911/12 betragen:

Mitgliederbeiträge	1395,—
Zinsen	416,14
Gewinn aus dem Verkauf der Verhandlungen .	526,10
	<hr/> 2337,24

Die Ausgaben haben dagegen betragen 3425,54 M., d. h. sie haben die Einnahmen um 1088,30 M. überschritten.

Im letzten Jahre betragen die Einnahmen nach Abzug der oben bezeichneten Beiträge:

Mitgliederbeiträge	1605,—
Zinsen	450,92
Gewinn aus dem Verkauf der Verhandlungen .	723,80
	<hr/>
	2779,72

Die Ausgaben haben dagegen 3838,82 M. betragen, d. h. sie haben die Einnahmen um 1059,10 M. überschritten.

Im August waren die Einnahmen aus den Mitgliederbeiträgen und aus dem Kassenvorrat noch nicht ausreichend, um die Rechnungen für den Druck der Verhandlungen bezahlen zu können.

Eine Besserung der finanziellen Lage unserer Gesellschaft erscheint deshalb dringend notwendig. Hierfür scheinen dem Vorstande nur zwei Wege möglich, solange der Gesellschaft nicht größere Stiftungen zufallen, nämlich: 1. eine Erhöhung der Einnahmen aus dem Verkauf der Verhandlungen, indem der Verlagsbuchhandlung für den Kommissionsverlag nicht 50% Gewinn, sondern nur $33\frac{1}{3}\%$ gewährt wird, woraus sich ein Gewinn von 200—250 M. ergeben würde, und 2. die vorgeschlagene Erhöhung der Mitgliederbeiträge.

Da die Gesellschaft im Jahre 1911/12 155 Mitglieder, die 10 M., und 20 Mitglieder, die 5 M. Beitrag zahlten, hatte, so würde sich durch die Erhöhung der Beiträge um 5 M. eine Vergrößerung der Einnahmen um 775 M. ergeben. Diese Erhöhung und weiter die aus dem besseren Verkauf der Verhandlungen entstehende würde voraussichtlich genügen, um die Ausgaben zu decken und die 150 bzw. 100 M. Beiträge der sich ablösenden Mitglieder dem Kapitalvermögen der Gesellschaft zufügen zu können, d. h. also um dauernd die finanzielle Lage gesund zu gestalten.

Eine Erhöhung der Beiträge ist begründet:

1. Durch den bedeutend größeren Umfang und die reichere Ausstattung der Verhandlungen als in früheren Jahren. Im letzten Jahre z. B. kostete die Herstellung eines Exemplars 8 M. (bei nur 10 M. Beitrag).

2. Durch die seit der Begründung der Gesellschaft sehr gestiegenen Unkosten für den Druck, die Herstellung der zahlreichen Figuren usw.

Die „Verhandlungen“ weniger umfangreich zu gestalten, würde sich nach der Ansicht des Vorstandes nicht empfehlen, 1. weil sie die einzige Publikation ist, durch welche die Bedeutung der Gesellschaft nach außen hervortritt und 2. weil sonst die Verhandlungen wertlos werden und dann sich die Höhe des Beitrages nicht begründen läßt und wahrscheinlich viele, die jetzt 10 M. zahlen, auf die Verhandlungen verzichten und künftig nur 5 M. zahlen werden.

An der Beratung beteiligten sich die Herren Dr. HASE, Dr. STRODTMANN, Prof. SPENGEL, Prof. HEINCKE, Dr. MARTINI, Prof. MICHAELSEN, Prof. v. BUTTEL-REEPEN, Prof. LUDWIG, Dr. KÜHN, Prof. BRESSLAU, Prof. KORSCHOLT und der Schriftführer. Es wurde beschlossen, die Anträge, die von verschiedenen Seiten gestellt waren, bis zur Sitzung am Donnerstag genau zu formulieren und dann (nach dem Antrage von Prof. LÜHE) ohne erneute Diskussion darüber und nach dem Antrage der Herren Dr. KÜHN und Prof. BRESSLAU über die einzelnen Abschnitte des § 5 der Statuten getrennt abzustimmen.

Vom Schriftführer wird darauf folgender Bericht des Herausgebers des „Tierreichs“, Herrn Prof. F. E. SCHULZE vorgelegt:

Seit meinem letzten Berichte (29. Mai 1912) in Halle sind folgende Lieferungen vom „Tierreich“ fertig gestellt:

- 31. Lieferung: *Ostracoda* von Prof. G. W. MÜLLER, Greifswald. 467 Seiten, 92 Abb.
- 34. „ *Amathusiidae* von H. STICHEL, Berlin. 270 Seiten, 42 Abb.

Fast fertig gestellt sind:

- 36. Lieferung: *Pteropoda* von Dr. J. J. TESCH, Helder.
- 37. „ *Gymnophiona* von Dr. FR. NIEDEN, Berlin.

Im Druck befinden sich:

- 35. Lieferung: *Turbellaria II. Rhabdocoelida* von Prof. L. von GRAFF, Graz.
- 38. „ *Solenogastres* von Prof. J. THIELE, Berlin.
- 39. „ *Cumacea* von Rev. R. R. T. STEBBING, Tunbridge Wells.

Mehrere Arbeiten stehen noch für das Jahr 1913 in Aussicht und auch für die folgenden Jahre ist für reichliches Material gesorgt.

Herr Prof. K. ESCHERICH (Tharandt):

Der gegenwärtige Stand der angewandten Entomologie, und Vorschläge zu deren Verbesserung.

M. H.! Nachdem ich vor ca. 6 Jahren berufen ward, den Lehrstuhl für angewandte Zoologie an der Forstakademie in Tharandt, der in der Hauptsache der angewandten Entomologie gilt, zu übernehmen, da wurde es mir in kurzer Zeit klar, daß der Wissenschaftszweig, dem ich dienen sollte, in einer recht schlechten Lage sich befand. Dieser erste Eindruck verlor sich in der Folgezeit nicht, sondern er verstärkte sich vielmehr von Jahr zu Jahr, so daß ich mich dazu veranlaßt sah, vor kurzem einen ausführlich begründeten Notschrei in die Öffentlichkeit zu senden¹⁾, und daß ich heute vor das Forum der Deutschen zoologischen Gesellschaft, als der vornehmsten zoologischen Gesellschaft Deutschlands trete, um vor ihr in wenigen Worten den gegenwärtigen Stand der angewandten Zoologie, speziell der Entomologie, zu schildern und ihre Unterstützung für meine Reformbestrebungen zu erbitten.

Vielleicht führe ich Sie am besten gleich in medias res, indem ich Ihnen meine gegenwärtige Arbeit und meine gegenwärtige Situation darlege: Seitdem ich in Tharandt bin, wütet in Sachsen und auch in vielen anderen Bundesstaaten einer unserer schlimmsten Waldfeinde, die Nonne, die in bedenklicher Weise unsere Wälder bedroht. Natürlich nahm ich an, daß ein so wichtiges Tier schon recht eingehend erforscht und daß wenig neues in dieser Beziehung noch zu erwarten sei. Als ich nun nach einiger Zeit, nachdem ich mich in meinem neuen Beruf eingearbeitet hatte und auch mit der Nonne etwas mehr vertraut geworden war, begann, die Nonnenliteratur, die einen enormen Umfang besitzt, eingehend Satz für Satz durchzustudieren, um ein eigenes Bild von unserem gegenwärtigen Wissen über die Nonne zu erhalten, da erfuhr ich zu meiner Überraschung, daß unsere positiven Kenntnisse über dieses wirtschaftlich so überaus bedeutungsvolle Tier noch sehr lückenhafte waren und kaum über die größten Züge der Lebensgeschichte, wie die Entwicklung der einzelnen Stadien usw. hinausgingen. Ja, selbst bez. der wichtigsten Fragen, die tief in die Praxis einschneiden und von deren Beantwortung die Ausgaben

¹⁾ ESCHERICH, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Eine Einführung in die biologische Bekämpfungsmethode. Zugleich mit Vorschlägen zu einer Reform der Entomologie in Deutschland. Mit 61 Abbildungen. Berlin 1913. Paul Parey.

von vielen Hunderttausenden, ja Millionen Mark abhängen, waren noch kaum Ansätze zu einer wissenschaftlichen Bearbeitung vorhanden. So wurde z. B. seit 20 Jahren in der heftigsten Weise über die Leimfrage gestritten, ohne daß aber irgendwelche speziellen Versuche, die einigermaßen bestimmte Anhaltspunkte über die Wirkung des Leimrings geben konnten, angestellt wurden. Erst in der letzten Zeit ist darin etwas getan worden. — Ebenso sind wir über die Wirksamkeit der Parasiten sehr schlecht unterrichtet; selbst bez. der Tachine, dem wichtigsten Feind der Nonnenraupe, waren wir bis vor kurzem größtenteils auf Vermutungen, resp. Analogieschlüsse angewiesen betr. der Eizahl, der tatsächlichen Vermehrungsgröße, der Hyperparasiten usw., obwohl das Dinge sind, die für die Praxis, vor allem für die Prognose der Kalamität von der allergrößten Bedeutung sind. Wir haben denn auch schon manche trübe Erfahrung in dieser Beziehung gemacht: So nahmen wir bisher an, daß wenn einmal 50 % der Nonnenraupen tachiniert sind, die Kalamität durch die Tachinose (im Verein mit der Wipfelkrankheit usw.) in absehbarer Zeit beendet wird. In den meisten Fällen traf dies auch zu, in einigen Revieren jedoch machte die Tachinose nicht nur keine Fortschritte, sondern ging von Jahr zu Jahr zurück, von 50 % auf 25 und im folgenden Jahr gar auf 10 %. Was war die Ursache? Es waren einige Hyperparasiten, Räuber und Pilze aufgetreten (*Anthrax*, Chalcidier, Elateridenlarven usw.), die ihrerseits stark überhand nahmen und die Tachinen in ihrer Vermehrung beschränkten und zurückbrachten. So können wir hier die lange Dauer der Kalamität mit dem Auftreten der Hyperparasiten usw. in Zusammenhang bringen. Sie sehen aus diesem Beispiel, wie wichtig ein eingehendes Studium der Parasiten unserer Schädlinge ist. — Auch über die Wipfelkrankheit wußten wir bis vor einigen Jahren sehr wenig, erst in der neueren Zeit sehen wir darüber infolge der Arbeiten, die in Wien, in Tharandt und in Hamburg gemacht sind, etwas klarer. — Oder nehmen wir die Raubinsekten her, die ebenfalls eine wichtige Rolle im Kampfe gegen die Schädlinge spielen, so müssen wir auch hierüber wieder dasselbe Lied singen. Selbst über unseren bekannten Puppenräuber, *Calosoma sycophanta*, wußten wir bis in die neueste Zeit hinein kaum die allergrößten Lebenszüge. Erst in der jüngsten Zeit sind wir über dieses wichtige Tier gut unterrichtet worden: Wir wissen heute, daß der Käfer 3 Jahre lebt, daß das Weibchen in dieser Zeit durchschnittlich 300 Eier legt, daß der Käfer zirka 3—400 erwachsene Schwammspinnerraupe pro Jahr, also während

seines ganzen Lebens ca. 1000 Raupen vertilgt, daß beim Verzehren von Puppen die weiblichen den Vorzug erhalten und viele andere Dinge mehr. Wem aber verdanken wir diese schöne Bereicherung unserer Kenntnisse? Nicht der deutschen, sondern der amerikanischen Entomologie! Die Amerikaner haben den genannten Käfer zur Bekämpfung des Schwammspinners in Amerika eingeführt und zu diesem Zwecke das Tier einer gründlichen biologischen Erforschung unterworfen. Es war eine große Überraschung für die amerikanischen Entomologen, als sie seinerzeit erfuhren, daß das so auffallende und wirtschaftlich so wichtige deutsche Tier von der deutschen Entomologie bisher noch kaum studiert worden war. — Ganz ähnlich stand es mit den verschiedenen Parasiten, welche die Amerikaner gegen den Schwammspinner einführten. Sie glaubten anfangs, sie könnten die notwendigen biologischen Daten einfach in der vorhandenen Literatur aufsuchen. Doch groß war das Erstaunen, als sie nur sehr wenig und ungenaue Angaben in unserer Literatur fanden und als sich gar später von diesem wenigen noch manches als unrichtig herausstellte. Es blieb ihnen also nichts anderes übrig, als alle in Frage kommenden Parasiten von Grund auf neu zu erforschen, und so kommt es, daß wir heute über keinen unserer Forstschädlinge und seiner Parasiten so vorzüglich unterrichtet sind wie über den Schwammspinner. Fast möchte man unter diesen Umständen wünschen, daß auch die Nonne eines Tages in Amerika eingeschleppt würde, damit uns die Amerikaner auch über dieses Insekt eine gründliche Kenntnis verschaffen.

M. H.! Ich könnte noch lange fortfahren, um Ihnen zu zeigen, wie traurig es um die Kenntnis unserer wichtigsten Forstschädlinge bestellt ist; es wäre mir ein leichtes, Ihnen noch 50 ungelöste Nonnenprobleme zu nennen; und bekanntlich treten stets wieder neue Probleme auf, sobald man die Lösung eines Problems einmal in Angriff nimmt. Turmhoch türmen sie sich vor einem auf¹⁾!

Nun versetzen Sie sich, bitte, einmal in meine Situation: auf der einen Seite ein Berg ungelöster Probleme, deren jedes einzelne zur Bearbeitung lange Zeit, zum Teil viele Jahre beansprucht — ich erinnere nur an die Wipfelkrankheit, die einen ganzen Stab von Forschern viele Jahre beschäftigen kann, oder an die Parasiten, von denen jeder einzelne vielfach ein langwieriges

¹⁾ Vgl. auch ESCHERICH, K., Nonnenprobleme. — Nat. Zeit. f. Forst- u. Landw. 1912.

über Jahre sich hinziehendes Studium erfordert usw. — also wie gesagt auf der einen Seite der Berg von Problemen, auf der anderen Seite die Praxis, die natürlich eine möglichst rasche und befriedigende Erledigung aller Fragen wünscht. Wie oft mußte ich hören: unser Zoologe kommt mit seiner Weisheit erst dann, wenn die Kalamität zu Ende ist. Man lernt allerdings schnell diese Vorwürfe nicht mehr tragisch zu nehmen und sie aus der Unkenntnis der betreffenden Tadel vom Gange wissenschaftlicher Arbeit herzuleiten. Wir alle wissen ja auch, daß solche Vorwürfe stets und überall, wo die Praxis und Wissenschaft sich berühren (vor allem auch bei medizinischen und hygienischen Problemen), erhoben werden. Wenn mich also auch derartige Vorwürfe nicht tief berühren, so überkommt mich aus einem anderen Grund bisweilen eine recht mutlose Stimmung, nämlich deswegen, weil ich mich so einsam, d. h. ohne geeignete Hilfskräfte, diesem riesigen Berg von Problemen gegenübersehe, zu dessen Bewältigung die ganze mir noch zur Verfügung stehende Lebenszeit nicht ausreichen dürfte. Ich komme mir oft vor, wie ein einsamer Feuerwehrmann, der vor einem ungeheuren Brand steht und mit einer kleinen Spritze am Rücken den Brand löschen soll. Man spritzt wohl instinktiv sein bißchen Wasser in die Flammen hinein, wird aber bald, wenn man sich einmal der Erfolglosigkeit bewußt geworden, des Spieles müde werden und mit den Händen in der Tasche den Brand sich selbst überlassen.

Aus dieser Situation heraus, die ich hier geschildert habe, ist meiner Ansicht nach der große Pessimismus geboren, von dem gegenwärtig die angewandte Entomologie in Deutschland befallen ist und an der sie so sehr krankt. Denn was ich hier von der Nonne gesagt, gilt ebenso für die meisten übrigen Forstschädlinge, ebenso für die landwirtschaftlichen Schädlinge, für die Obst- und Weinbauinsekten und vor allem auch für die kolonialen Insekten. Überall besteht das gleiche krasse Mißverhältnis zwischen der Größe und der wirtschaftlichen Bedeutung der Probleme einerseits und der Zahl und der Ausstattung der Forschungsstätten und der Zahl der Forscher und Hilfskräfte andererseits!

Lassen Sie uns einen kleinen Rundgang durch diejenigen Arbeitsstätten Deutschlands machen, in denen angewandt entomologische Fragen bearbeitet werden: Da haben wir zunächst die

Zoologische Abteilung der Kaiserlich Biologischen Anstalt in Dahlem, die als Zentralstätte für das gesamte Gebiet

der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie (also nicht nur der Entomologie!) gedacht ist und deren Personalbestand trotz des großen Gebietes außer dem Leiter nur noch 4—5 Hilfskräfte aufweist. Dann das

Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft in Bromberg, deren zoologische Abteilung, wie dies auch bei der obigen Anstalt der Fall ist, der botanischen Abteilung untersteht. Bis vor kurzem war nur ein einziger Zoologe da beschäftigt, ganz neuerdings hat man diesem noch einen Assistenten bewilligt. Ferner die

Landwirtschaftlichen Hochschulen: an den meisten derselben ist landwirtschaftliche Zoologie als Lehrfach eingestellt, bei der doch die Insekten eine hervorragende Rolle spielen; trotzdem aber finden wir an keiner landwirtschaftlichen Hochschule Deutschlands eine speziell entomologische Professur oder ein entomologisches Institut, an dem die zahlreichen landwirtschaftlich-entomologischen Fragen eine wissenschaftliche Bearbeitung erfahren könnten. Ebenso steht es mit den vielen landwirtschaftlichen Versuchsstationen, die teils staatlich sind, teils den Landwirtschaftskammern zugehören. An den allerwenigsten derselben ist ein Entomologe und dann nur in untergeordneter Stellung.

Dann die Obst- und Weinbaustationen. Welche gewaltige entomologischen Probleme sind hier zu lösen! Ich erinnere nur an die Blutlaus oder an den Heu- und Sauerwurm, welcher in den schlimmen Jahren der kleinen Pfalz allein einen Verlust von 20 Millionen Mark pro Jahr beibrachte, und der geradezu eine Lebensfrage für die Bevölkerung mancher Weindistrikte bildet. Heute steht diesem Riesenproblem ein einziger Zoologe gegenüber, der in Neustadt stationiert ist.

Die Station für Pflanzenschutz in Hamburg stellt in der Hauptsache eine Quarantänestation dar zum Schutz gegen Einschleppung von auswärtigen Schädlingen, vor allem der San-José-Schildlaus. Sie besitzt einen entomologischen Assistenten.

Die forstlichen Hochschulen haben zwar je eine Professur für angewandte Entomologie (resp. Zoologie), doch leiden die meisten an einem sehr empfindlichen Mangel an Hilfskräften und an Geld.

Am schlimmsten ist es mit der Entomologie in den Kolonien bestellt. Hatten wir doch bis vor kurzem in unserem gesamten kolonialen Besitz nur eine einzige entomologische Stelle (Amani). Jetzt haben wir es glücklich bis auf zwei gebracht.

Einen Kommentar zu diesen hier mitgeteilten Zuständen halte ich für völlig überflüssig. Ich glaube, es wird keiner von Ihnen danach noch im Zweifel sein, wie mangelhaft unsere entomologische Organisation ist. Und es ist daher auch nicht zu verwundern, daß Deutschland im Konzert der europäischen Großmächte heute jedenfalls das bescheidenste Instrument spielt in bezug auf die angewandte Entomologie. Und ziehen wir gar Amerika zum Vergleich heran, so kann Deutschland überhaupt kaum genannt werden.

Ich frage nun, wollen wir in diesem Fahrwasser weiterfahren und damit immer noch mehr in das Hintertreffen geraten, oder wollen wir danach streben, eine gründliche Änderung herbeizuführen, so daß wir wenigstens einigermaßen mit den anderen Kulturnationen konkurrieren können? Ich denke, für eine Nation, die in wissenschaftlicher Beziehung immer noch an erster Stelle steht, kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Wir können und dürfen nicht zugeben, daß wir in bezug auf einen so wichtigen und so tief in das menschliche Kulturleben einschneidenden Zweig der Wissenschaft an letzter Stelle in den Reihen der Kulturnationen stehen. Es ist, meine ich, geradezu die Pflicht der wissenschaftlichen und vor allem der zoologischen Welt Deutschlands, sich des bisher so arg vernachlässigten Zweiges der Zoologie anzunehmen und ihn nach Kräften zu heben. Es muß also in dieser Richtung etwas geschehen, wir müssen unbedingt gründlich reformieren, und zwar nicht nur die Organisation, sondern auch die bisherige zum Teil recht geringschätzige Anschauung über das Wesen der angewandten Entomologie.

Wir brauchen dabei nicht alles neu zu erdenken, nicht vollständig neue Wege zu ersinnen, da wir ja Vorbilder haben, von denen wir lernen und denen wir manches entnehmen können. Das klassische Vorbild für angewandte Entomologie ist heute zweifellos Amerika, es marschiert heute in dieser Beziehung an der Spitze der Nationen. Dort ist die angewandte Entomologie neu geboren worden und wenn unsere Wissenschaft heute ein ganz anderes Bild zeigt wie vor zwanzig Jahren, und wenn sie viel hoffnungsfrohere Ausblicke gestattet wie damals, so ist dies in erster Linie der Umwandlung zuzuschreiben, die sie unter dem eminent praktischen, zielbewußten und energischen Geiste der Amerikaner erfahren hat.

Ich hatte vor zwei Jahren Gelegenheit, dank des Entgegenkommens CARNEGIES, die amerikanischen Einrichtungen kennen zu lernen. Unter L. O. HOWARDS persönlicher Leitung machte ich eine

Rundreise durch die ganzen Vereinigten Staaten, westlich bis San Franzisko, südlich bis an die mexikanische Grenze und nach New Orleans. Diese Reise war ungemein lehrreich für mich, sie zeigte mir klar und deutlich, worin der große Fortschritt und der große Vorsprung, den Amerika auf angewandt entomologischem Gebiet einnimmt, begründet ist.

Lassen Sie mich mit einigen Worten die dortigen Einrichtungen schildern: Wir haben in der Hauptsache drei getrennte entomologische Organisationen zu unterscheiden: 1. Das „Bureau of Entomology“, das im Dienste der Bundesregierung steht, 2. die Staatsentomologen und die State Agricultural Experiment Stations, die von den Einzelstaaten unterhalten werden und 3. die Universitäten, die allerdings zum Teil, sofern es sich um staatliche Universitäten handelt, mit den eben genannten Versuchsstationen in Zusammenhang stehen.

Weitaus die wichtigste und größte Institution ist das Bureau of Entomology, welches dem Department of Agriculture unterstellt ist. Die Direktion dieser über die ganzen Vereinigten Staaten verzweigten Organisation hat ihren Hauptsitz in Washington. Hier ist das Verwaltungsgebäude, in dem der Chef und die Leiter der verschiedenen Sektionen ihre Arbeitsräume haben, während die eigentlichen Forschungsstätten, wo die Schädlinge studiert werden, die sog. „Field Stations“ zum größten Teil draußen inmitten der jeweiligen Schädlingsgebiete, gelegen sind. Diese Stationen sind gewöhnlich nur temporärer Natur, d. h. sie bleiben nur so lange bestehen, als das Studium und die Bekämpfung des betr. Schädlings es nötig macht. — Die Aufnahme der Bekämpfung eines Schädlings geht meist folgendermaßen vor sich: Wenn irgendwo sich ein Schädling zeigt, wird dieser an das Bureau eingesandt. Dort wird derselbe bestimmt und wenn er einigermaßen bedenklich erscheint, so entsendet die zuständige Sektion einen ihrer Entomologen hinaus, um an Ort und Stelle sich über die Größe des Schadens und der eventuell drohenden Gefahren zu unterrichten. Besteht eine tatsächliche Gefahr, so wird vom Bureau unverzüglich eine „Field Station“ eingerichtet. Es wird ein Gebäude in unmittelbarer Nähe des befallenen Gebietes gemietet, es wird das nötige Instrumentarium und die nötige Literatur hingeschafft, es werden ferner einige Zuchträume gebaut, — und fertig ist die Feldstation. Die Personalbesetzung richtet sich nach der Größe und Schwierigkeit der zu lösenden Aufgabe. Handelt es sich um ein Insekt, das keine akute Gefahr in sich birgt, und dessen biologische

Erforschung keine allzu großen Schwierigkeiten darzubieten scheint, so begnügt man sich mit 2 bis 3 Entomologen und einigen Hilfskräften. Liegt aber eine größere Gefahr vor, welche ein rasches Eingreifen nötig macht, so wird gleich ein ganzer Stab von Entomologen, natürlich mit entsprechenden Hilfskräften, ausgesandt, die nach einem vorher ausgearbeiteten Plane sich in die Bearbeitung des Problems zu teilen haben. — So ist, um Ihnen ein Beispiel zu nennen, vor wenigen Jahren ein aus Europa eingeführter Rüsselkäfer (eine *Phytonomus*-Art) in Utah, dem Staate der Mormonen, ungeheuer schädlich in den Luzernefeldern aufgetreten, so daß in manchen Gegenden statt 3 bis 4 Ernten nur eine Ernte eingebracht werden konnte, was natürlich Millionenverluste bedeutet. Sobald die Gefahr des Käfers erkannt war, errichtete das Bureau in Salt Lake City eine Versuchsstation, die mit einer Anzahl (5 bis 6) Entomologen und Hilfskräften ausgestattet wurde. Und unverzüglich ward die Arbeit nach dem oben genannten Prinzip aufgenommen, indem der eine das Verhalten der Imago, der andere das Verhalten der Larve usw. gegenüber den verschiedenen äußeren Einflüssen studiert, wieder andere die Parasiten erforschten usw.; und so wird die Biologie des Schädlings in wenigen Jahren weit mehr gefördert werden können als es einem einzelnen in 10 Jahren und mehr kaum möglich sein würde. — Oder sehen wir zu, wie das Parasitenstudium des Schwammspinners betrieben wird. Sobald das Bureau mit der Bekämpfung des Schädlings betraut war, errichtete es inmitten des Schwammspinnergebietes, in Melrose Highlands Mass., ein besonderes Parasitenlaboratorium, in welchem lediglich die Parasitenfragen bez. des Schwammspinners bearbeitet werden. Es sind hier zeitweise 30 Entomologen mit entsprechendem Hilfspersonal beschäftigt, so daß eine ausgedehnte Arbeitsteilung durchgeführt werden kann. Es existieren 3 Abteilungen in dem Laboratorium: eine für die Schlupfwespen, eine für die Tachinen und eine für die Raubinsekten. Jede dieser Abteilungen hat ihren besonderen Leiter, dem eine größere oder kleinere Zahl von Assistenten und technischen Hilfsarbeitern zur Verfügung stehen, so daß auf jede einzelne Parasiten- oder Raubinsektenart meistens mindestens ein, wenn nicht mehrere Bearbeiter entfallen. Daß bei einer solchen Einrichtung und intensiven Bearbeitung unsere Kenntnisse über die Biologie und die wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten in den wenigen Jahren des Bestehens der Station ganz ungewöhnlich bereichert werden konnten (mehr als in der ganzen vorhergegangenen Zeit), kann uns kaum Wunder nehmen.

Um einen Begriff von der Größe des *Bureau of Entomology* zu geben, sei noch kurz erwähnt, daß der Personalbestand im Jahre 1910 nicht weniger als 623 Angestellten, darunter 131 wissenschaftliche Entomologen betrug, und daß der Jahresetat heute ca. 2 Millionen Mark pro Jahr ausmacht! Ich weiß wohl, daß solche Zahlen allein keine Gewähr für die Höhe der Leistungen geben; deshalb sei ausdrücklich hervorgehoben, daß hier die Leistungen in vollem Einklange mit dem Aufwand an Menschen und Geld stehen, wie die Erfolge sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Hinsicht beweisen. Ich nenne hier nur die klassischen Arbeiten von HUNTER und PIERCE über den Baumwollkapselkäfer, die jedem angewandten Entomologen als Vorbild in bezug auf Gründlichkeit und Methodik dienen sollten; und ich erinnere ferner an die großen praktischen Erfolge, die durch die Arbeiten des *Bureau* bei der Bekämpfung der verschiedenen Schildlauskalamitäten usw. erzielt wurden und durch welche dem Lande jährlich ungezählte Millionen Dollar erspart werden. Zahlreich und zum Teil auch von allgemeinstem wissenschaftlichen Interesse sind die Entdeckungen, welche bei dem Studium der verschiedenen Schädlinge gemacht wurden und in den „*Bulletins*“ des *Bureau* veröffentlicht sind. Letztere stellen denn auch eine wahre Fundgrube für den biologisch arbeitenden Entomologen dar, auf die nicht nachdrücklich genug hingewiesen werden kann. In keiner modernen entomologischen Bibliothek sollten heute die Publikationen des „*Bureau*“ fehlen.

Gehen wir nun zu der zweiten der oben genannten entomologischen Institutionen, den Staatsentomologen und den landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Dieselben sind gänzlich unabhängig vom „*Bureau*“, arbeiten aber trotzdem, wo es vorteilhaft erscheint, mit dem *Bureau* zusammen. Sie haben sich speziell mit den entomologischen Fragen der Einzelstaaten zu befassen. In zirka 50 Staaten existieren heute diese Einrichtungen. Vielfach ist der Staatsentomologe zugleich auch der Leiter der entomologischen Versuchsanstalt; in einigen Staaten sind die beiden Ämter auch getrennt, so daß die betreffenden Staaten zwei entomologische Institutionen besitzen; ja einzelne Staaten haben sogar mehrere Versuchsstationen und mehrere Staatsentomologen. Der Staatsentomologe ist in erster Linie der Berater der Regierung in entomologischen Dingen, resp. der Vermittler zwischen Farmer und Regierung. Von den Versuchsstationen werden die in den betreffenden Staaten vorkommenden Schädlinge studiert und vor

allem Versuche über die Bekämpfung angestellt und endlich auch der Farmer in der Anwendung der Mittel unterrichtet oder durch Demonstrationen von der Wirksamkeit der Bekämpfung zu überzeugen gesucht. Auch hier entstehen manche schöne Arbeiten, wenn sich dieselben, als ganzes genommen, auch nicht mit den Arbeiten des Bureaus vergleichen lassen.

Was endlich die Universitätsentomologie betrifft, so besitzt eine ganze Reihe der angesehensten Universitäten (Havard, Cornell, Standford, Berkeley, die University of Illinois und andere) besondere entomologische Departements, welche aus einem Institut und einer oder mehreren Versuchsstationen bestehen. Als Leiter fungiert ein Ordinarius, dem mehrere Extraordinarien (Assistant-Professors) und eine Reihe von Assistenten und technischen Hilfskräften zur Verfügung stehen. Die Universitätsentomologie beschäftigt sich mit allen Zweigen der Entomologie, sowohl den rein theoretischen als auch den angewandten. Vor allem ist dafür Sorge getragen, daß den Studierenden eine möglichst gründliche und vielseitige Ausbildung zuteil wird. Wer Entomologe werden will, hat gewöhnlich vier Jahre zu studieren, von denen das erste allerdings lediglich auf allgemeine Fächer entfällt; auch während der übrigen drei Jahre sind neben den entomologischen Kollegien und Übungen noch andere allgemeine Fächer vorgeschrieben. Alle Zweige der Entomologie werden in den Kollegien und Übungen behandelt, wie Anatomie und Morphologie, Histologie, Embryologie, Biologie, Schädlingskunde, Systematik, die Insekten als Krankheitsüberträger usw., so daß derjenige, der dem Lehrplane entsprechend die Universitätszeit richtig ausgenutzt hat, als allseitig beschlagener, sattelfester Entomologe gelten kann, der jeder an ihn herantretenden Aufgabe gerecht werden kann.

Vergleichen wir nun diese amerikanischen Verhältnisse mit den oben geschilderten deutschen, so können die Gründe für die Überlegenheit der amerikanischen Entomologie keinem verborgen bleiben. Sie lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Amerika sorgt für eine den tatsächlichen Bedürfnissen entsprechende Zahl von Arbeitsstätten, die meist inmitten des Befallgebietes errichtet werden und die eine möglichst selbständige und freie Verfassung besitzen.
2. Diese Arbeitsstätten sind mit genügendem Personal besetzt, so daß eine möglichst weitgehende Arbeits-

teilung durchgeführt werden kann, was die Bearbeitung der betr. Schädlingsfragen vertieft und beschleunigt.

3. Amerika besitzt eine Anzahl trefflicher Ausbildungsstätten an den Universitäten, an denen tüchtige theoretisch und praktisch gründlich geschulte Entomologen herangezogen werden können.

M. H.! Diese drei Punkte sind es in der Hauptsache, welche dem Amerikaner den großen Vorsprung gegeben haben, und sie sind es auch, welche wir als die Grundlage für unser Reformwerk anzusehen haben. Tun wir das und folgen wir in diesen Punkten dem Beispiel der Amerikaner, so zweifle ich nicht im geringsten, daß wir nicht nur das Versäumte bald nachgeholt haben werden, sondern daß wir in nicht allzulanger Zeit auch in bezug auf die angewandte Entomologie uns in den Reihen der führenden Nationen befinden werden, wie man es von Deutschland doch auf fast allen anderen wissenschaftlichen Gebieten gewohnt ist.

Was die Einzelheiten des Reformwerkes betrifft, so kann man darüber recht verschiedener Meinung sein und es wird wohl längerer Zeit bedürfen, bis wir darüber uns geeinigt haben werden. Es soll daher auch nicht meine Absicht sein, mit einem festen Detailprogramm hier vorzutreten, sondern ich will nur in kurzen Zügen einige der vielen möglichen Wege hier anzudeuten versuchen, auf denen ev. eine Besserung zu erzielen sein dürfte, in der Hoffnung, dadurch zu Gegenvorschlägen Anlaß zu geben.

Beginnen wir mit der landwirtschaftlichen Entomologie, so müßte der erste Schritt meiner Ansicht darin gelegen sein, daß an den landwirtschaftlichen Hochschulen (wenigstens an den bedeutenderen) besondere Lehrstühle für Phytopathologie mit einer botanischen und entomologischen Abteilung und einer botanischen und entomologischen Professur errichtet werden. Zweifellos würde dann bei den zukünftigen Landwirten mehr Interesse für die Schädlinge erweckt werden können als es jetzt der Fall ist, und als es durch Aushilfsdozenten, die sich natürlich, nachdem sie ihre Vorlesungen gehalten, nicht mehr viel um ihre Schüler kümmern können, möglich ist.

Das wäre der erste Schritt zu einer Besserung der landwirtschaftlichen Entomologie. Mit ihm müßte aber notwendigerweise eine Vermehrung der entomologischen Arbeitsstätten „draußen in der Praxis“ Hand in Hand gehen. Deutschland hat bekanntlich sehr abweichende klimatische Boden- und Kultur-

verhältnisse in den verschiedenen Landesteilen und damit verbunden ein sehr verschiedenes Auftreten der Schädlinge. Nicht nur, daß hier andere Schadinsekten sich einstellen als dort, so verhalten sich auch die gleichen Arten hier ganz anders als dort: Was hier ungeheuren Schaden verursacht, ist dort vielleicht ziemlich harmlos.

Dem muß notwendigerweise Rechnung getragen werden, und zwar dadurch, daß man eine größere Anzahl Entomologen („Landesentomologen“) anstellt, die an verschiedenen Plätzen (mit möglichst abweichenden klimatischen usw. Bedingungen) stationiert werden. Vielleicht ließe sich dies in der Weise durchführen, daß an einer Anzahl der landwirtschaftlichen Versuchsstationen entomologische Stellen (mit möglichster Selbständigkeit) geschaffen würden.

Beinahe noch dringlicher ist die Reform der kolonialen Entomologie! Heute existieren nur zwei koloniale Entomologen, von denen der eine in Ostafrika, der andere in Samoa stationiert ist.

Was kann aber ein Entomologe in einer so großen Kolonie wie Ostafrika, wo so verschiedenartige klimatische Verhältnisse herrschen, ausrichten, zumal es sich doch vielfach um völliges Neuland handelt, und zumal auch der Verkehr nach den verschiedenen Gebieten weit schwerfälliger ist als im Heimatland. Er kann höchstens die eingesandten oder selbst beobachteten Schädlinge bestimmen resp. bestimmen lassen, registrieren und event. auch noch die Lebensgeschichte oberflächlich erforschen; zu einem tieferen Durchdringen der Probleme kann er aber unmöglich gelangen. Und gerade darauf kommt es doch an, wenn man großzügige angewandte Zoologie mit Dauererfolgen betreiben will.

Der Insektenschaden in unseren Kolonien ist heute schon ein ganz beträchtlicher (man denke nur an die verschiedenen Baumwollschädlinge, an die Kräuselkrankheit, an die Kaffeebohrer usw.), und es besteht kein Zweifel, daß derselbe mit zunehmender Kultur noch bedeutend wachsen wird.

Was bedeutet diesen schweren Gefahren gegenüber ein einziger Entomologe! Es besteht hier ein offenes Mißverhältnis zwischen effektivem Schaden und drohenden Gefahren einerseits und Versicherung andererseits, das so bald als möglich zu beseitigen ist. Alle kolonialen Kreise haben starkes Interesse daran; sie mögen daher ihren Einfluß in dieser Richtung so kräftig als möglich geltend machen!

Es erscheint also unbedingt erforderlich, daß die koloniale Entomologie wesentlich reformiert wird. Was wir als Mindestforderung aufstellen, ist folgendes:

Jede unserer Kolonien soll ein Institut für angewandte Zoologie erhalten, welches ja an verwandte Institute angeschlossen werden kann (z. B. in Kamerun der Versuchsanstalt für Landeskultur in Viktoria). Mit der Leitung desselben ist ein Zoologe, der eine gründliche entomologische Vorbildung, auch nach der praktischen Seite hin, genossen hat, zu betrauen. Ihm sind mehrere Assistenten zur Seite zu stellen, welche die verschiedenen Bezirke zu bereisen, die dort auftretenden Schädlinge festzustellen, und darüber an das Institut zu berichten haben. Stellt sich irgendwo ein bedenklicher Schädling ein, so ist inmitten des befallenen Gebietes eine provisorische Station zu errichten, wo einer der Assistenten sich ausschließlich der Erforschung des betreffenden Schädlings hinzugeben hat. Die Assistenten könnten zugleich auch als Wanderlehrer wirken, um die Farmer auf die drohenden Gefahren und deren Begegnungsmöglichkeiten, oder auch auf die Ausnützung nützlicher Tiere (Bienenzucht) aufmerksam zu machen. Die Ausarbeitung der draußen gewonnenen Ergebnisse könnte dann (nach Beendigung der Feldstudien) im Institut geschehen.

Doch kann natürlich ein Institut in den Kolonien niemals so vollkommen mit Vergleichsmaterial, Literatur usw. ausgestattet sein, wie es im Interesse einer prompten und sicheren Arbeit wünschenswert ist. Deshalb erscheint es notwendig, in Deutschland eine Zentrale zu schaffen, die in diese Lücken eingreifen kann. Diese „Zentrale für koloniale Zoologie“ müßte natürlich an einem Platze errichtet werden, wo große Vergleichssammlungen, Bibliotheken usw. vorhanden sind, und wo ein möglichst reicher direkter Gedankenaustausch mit Kolonialkreisen (offiziellen und inoffiziellen) stattfinden kann.

Welch unglaublich zerfahrenen Zustände herrschen gegenwärtig in dieser Beziehung! „Wenn jetzt ein Gouvernement, ein Arzt, ein Tierarzt, ein Farmer, ein Institut oder wer sonst über ein schädliches oder nützliches Tier Auskunft haben will, so wendet sich der eine an die biologische Reichsanstalt, der andere an das zoologische Museum in Berlin, der dritte an das Reichsgesundheitsamt oder an das Institut für Infektionskrankheiten oder an das Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten oder an eine tierärztliche Hochschule oder an das kolonialwirtschaftliche Komitee oder an ein Landesmuseum oder an eine noch andere Stelle. Die meisten von diesen Instituten müssen aber die Antwort schuldig bleiben, weil an ihnen kein Zoologe tätig ist, oder weil ein solcher keine Vergleichssammlung und Literatur zur Verfügung hat. Das

zoologische Museum in Berlin ist zwar dazu imstande, und zu ihm gelangen dann auch auf mehr oder minder großen Umwegen die meisten Anfragen. Dieses Museum ist aber als eine Preußische Anstalt nicht verpflichtet, Auskunft zu geben. Es hat sie zwar im Interesse unserer Kolonien nach besten Kräften stets gegeben, es liegt aber auf der Hand, daß es als eines der großen Weltmuseen durch andere Aufgaben so stark belastet ist, daß eine befriedigende und rasche Erledigung aller Anfragen einfach nicht möglich ist.“ (BRAUER.)

Solche Zustände, wie sie hier von BRAUER geschildert werden, sind direkt unwürdig einer Nation, die auf anderen Gebieten organisatorisch so hoch steht! Schon unser nationales Ehrgefühl darf nicht dulden, daß wir in dieser Beziehung so gänzlich desorganisiert dastehen, abgesehen von den großen praktischen Vorteilen, welche eine Systemänderung in obigem Sinne unserer Kolonialwirtschaft einmal bringen wird.

In welcher Weise die Zentrale auszugestalten ist und wo der geeignetste Ort hierfür ist, mag Gegenstand späterer Überlegung sein; vorläufig kommt es nur darauf an, die Behörden zur Schaffung einer solchen Zentrale überhaupt zu gewinnen.

Die hier vorgeschlagene Reform der kolonialen Entomologie, deren Einführung auf die Dauer nicht zu umgehen sein wird, ist keineswegs derart, daß ihrer Verwirklichung große Schwierigkeiten verwaltungstechnischer oder finanzieller Natur entgegenstünden. Die dadurch verursachten Mehrausgaben, die durchaus nicht unerschwinglich hoch sein dürften, als Einwand vorzubringen, wäre kurzsichtig. Denn es könnte sehr bald die Zeit kommen, da wir angesichts großer Verheerungen schwer bereuen müßten, daß wir es unterlassen haben, eine im Verhältnis zu den Verlusten so geringe Versicherungsprämie zu bezahlen.

Der erfreulichste Teil der angewandten Entomologie in Deutschland ist wohl die Forstentomologie, indem wenigstens eine Anzahl Institute hierfür existieren. Doch an einem schweren Übelstande krankt auch sie, wie ich bereits eingangs ausgeführt habe, nämlich an dem Mangel an Hilfspersonal (Assistenten und technische Hilfsarbeiter), der besonders beim Eintritt von Kalamitäten sich fühlbar macht. Und solange dieser Mangel nicht beseitigt wird, so lange sind keine Großtaten von der Forstentomologie zu erwarten¹⁾.

¹⁾ Vgl. auch K. ESCHERICH, Ein Vorschlag zur Hebung der Forstentomologie. — Nat. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. 1912.

Dasselbe gilt für die übrigen Zweige der angewandten Entomologie, wie vor allem auch für die Obst- und Weinbauversuchsstationen. Was kann z. B. ein einziger Zoologe ohne Assistenten und ohne jede andere Hilfskraft gegenüber dem Riesenproblem des Heu- und Sauerwurmes ausrichten? Zumal noch hinzu kommt, daß der angewandte Zoologe nicht mit jener herrlichen Gemütsruhe wie der theoretische Zoologe arbeiten kann, sondern die fortwährende Unruhe, die von der Praxis aus in die Studierstube hineingeschleudert wird, an die Nerven mitunter große Anforderungen stellt. (Man denke nur an die in schlimmen Wurmjahren aufs höchste gereizte Weinbaubevölkerung, die die Vorschläge der Zoologen meist als Schikanen betrachtet.) Die Leistungen des angewandten Zoologen sind im Hinblick darauf wohl auch etwas anders zu bewerten als die Leistungen des ohne jede Störung und seelische Beunruhigung arbeitenden theoretischen Zoologen.

Überall also herrscht ein empfindlicher Mangel an Hilfskräften — besonders in den Zeiten großer Kalamitäten. Und so geht eine Kalamität nach der anderen vorüber, ohne daß wir die Gelegenheit zu einem gründlichen Studium wahrnehmen können. — Man möge in dieser Hinsicht endlich etwas weitsichtiger werden und möge sich vergegenwärtigen, wie lächerlich klein die Summe für die Gehälter des Hilfspersonals ist gegenüber den Millionenverlusten, die durch die großen Insektenseuchen verursacht werden. Ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, auf eine mir mitgeteilte Berechnung eines Obstfarmers von San José hinzuweisen, wonach der Gewinn, den er allein in seiner Pflanzung durch Anwendung der vom Bureau of Entomology empfohlenen Bekämpfungsmethoden gegen den „Pear Thrips“ in einem Jahr erzielt hat, größer war, als die gesamten von der Regierung für die Erforschung dieses Schadinsektes bisher aufgewandten Kosten betragen haben (dabei war eine besondere Station zur Erforschung des „Pear Thrips“ errichtet worden, an welcher mehrere Entomologen jahrelang arbeiteten)!

Ich komme nun zum letzten Punkt meines Vortrages: Woher sollen wir die vielen Entomologen, die durch die Vermehrung der Arbeitsstätten und Hilfskräfte notwendig werden würden, nehmen? Die Frage ist von der allergrößten Wichtigkeit. Denn wir werden nur dann Erfolge haben, wenn wir die geeigneten Leute zur Verfügung haben, die eine gründliche entomologische Vorbildung, auch nach der praktischen Richtung hin, genossen haben, und die vom Geiste der angewandt-

entomologischen Wissenschaft erfüllt sind und in der Betätigung derselben ihre Lebensaufgabe erblicken. Wo aber sind solche Zoologen in Deutschland zu finden? Sie sind jedenfalls sehr selten. Und so oft ich nach solchen gefragt werde, komme ich in nicht geringe Verlegenheit.

Wo soll auch in Deutschland heute ein Zoologe eine allseitige entomologische Ausbildung sich verschaffen? An den Universitäten ist dies aus Gründen, die Ihnen allen bekannt sind, nicht möglich. Es werden zwar an manchen Universitäten von Extraordinarien oder Privatdozenten einzelne entomologische Vorlesungen und Übungen gehalten, doch genügen diese bei weitem nicht zu einer geschlossenen entomologischen Ausbildung. Und so kann also der Zoologe, der sich zum Entomologen ausbilden will, dies zum großen Teil nur auf autodidaktischem Wege tun. Die meisten Entomologen, die heute tätig sind, sind denn auch in der Tat „aus sich selbst“ heraus geworden, ohne einen geordneten Unterricht genossen zu haben, in der Jugend gewöhnlich angeleitet von einem Insektensammler, später durch eigene Weiterbildung.

Doch dies hat natürlich auch seine Grenzen. Je größer mit dem Fortschreiten der Wissenschaft das Gebiet wird, desto schwieriger wird es werden, dasselbe auf autodidaktischem Wege gründlich kennen zu lernen. Ich denke, die Entomologie ist heute längst an dem Punkte angelangt, wo ein Selbststudium nicht mehr ausreichen kann. Sie ist heute eine Wissenschaft geworden von solcher Ausdehnung und zugleich auch von so großer und vielseitiger, zum Teil tief in das Wirtschaftsleben und die Gesundheit des Menschen eingreifenden Bedeutung, daß sie nicht mehr länger eine so untergeordnete Rolle an unseren Universitäten spielen darf. Die Zeit ist gekommen, daß **entomologische Professuren** dringendes Bedürfnis geworden sind. Amerika besitzt eine ganze Reihe entomologischer Lehrstühle an den größeren Universitäten mit ausgezeichnet eingerichteten entomologischen Instituten, wo die Zoologen nach einem gut durchdachten Lehrplan in allen Sparten der Entomologie (auch nach der praktischen Seite hin) unterwiesen werden. Auch Italien besitzt ähnliche Lehrstühle und ebenso Frankreich und England. Sollten wir es da nicht auch in Deutschland wenigstens zu einer Professur für Entomologie und zu einem gut ausgestatteten Institut bringen? Das wäre wirklich nicht zuviel verlangt; und sicher würden die Ausgaben, die darauf verwendet werden, reichlich wieder hereinkommen. Wir würden

dann eine Anzahl tüchtiger Entomologen erhalten, was nicht nur der Land- und Forstwirtschaft, sondern auch der Medizin, Tierheilkunde usw. (sowohl der heimischen wie der kolonialen) zum Segen gereichen würde¹⁾.

Solange diese wichtige Bedingung nicht erfüllt ist, möge man wenigstens zu folgendem Notbehelf greifen: man mache dem Zoologen, der sich der angewandten Entomologie widmen will, zur Pflicht, nach Abschluß der zoologischen Studien noch mindestens zwei Semester an einem oder mehreren der bestehenden angewandtentomologischen Institute zu praktizieren. Im Hinblick auf die große Verantwortung, die dem angewandten Entomologen aufliegt, halte ich dieses für eine der dringendsten Forderungen. Wenn ein theoretischer Zoologe einen Fehler in seiner Beobachtung macht, so hat das gewöhnlich weiter keine Folgen für die Allgemeinheit; wenn aber ein angewandter Zoologe falsch beobachtet, und diese Beobachtungen seinen Ratschlägen zugrunde legt, kann damit ev. ein enormer Schaden angestiftet werden. Es muß daher unbedingt dafür gesorgt werden, daß der von der Universität kommende theoretisch vorgebildete Zoologe, bevor ihm das Amt eines angewandten Entomologen anvertraut wird, eine Art Quarantäne durchmacht, so daß er die praktischen Probleme nicht mehr mit den Augen des reinen Theoretikers betrachtet, und daß er sich auch der hohen Verantwortung seiner Arbeit der Allgemeinheit gegenüber bewußt geworden ist. Wir lassen ja heute auch nicht mehr die Mediziner auf die Menschheit los, bevor sie nicht ein praktisches Jahr durchgemacht haben! Warum sollen wir nicht das gleiche auch für die angewandte Entomologie fordern, um die Forst- und Landwirtschaft usw. vor unerfahrenen Ratgebern zu schützen?

Eine sehr wünschenswerte Ergänzung dieses praktischen Jahres an den verschiedenen deutschen Instituten wäre ein längerer oder kürzerer Aufenthalt in Amerika, dem klassischen Land der angewandten Entomologie. Das Bureau of Entomology würde sich gerne dieser Praktikanten annehmen und dafür sorgen, daß sie einen guten Einblick in den gesamten Betrieb erhalten. Die Betreffenden würden dadurch nicht nur ihr praktisches Wissen in hohem Maße bereichern, sondern zweifellos auch etwas von dem

¹⁾ Als besonders erstrebenswert erscheint mir außerdem die Schaffung eines freien Forschungsinstitutes zur Erforschung der Ursachen der organischen Gleichgewichtsstörungen (Übervermehrung von Schädlingen usw.).

amerikanischen gesunden Optimismus mit herüberbringen. Und das wäre vielleicht noch mehr wert für ihr zukünftiges Wirken als die Erlernung der verschiedenen dort angewandten Methoden.

Eine Reise nach Amerika kostet aber ziemlich viel Geld, und es ist nicht jeder in der glücklichen Lage, eine solche Summe aufzubringen. In solchen Fällen möge der Staat eingreifen und wenigstens diejenigen angewandten Zoologen, die er auf besonders wichtige und exponierte Stellen zu schicken beabsichtigt, vorher auf Staatskosten eine Studienreise nach Amerika machen lassen. Der Staat würde davon jedenfalls nur Vorteile haben. Übrigens könnten auch die verschiedenen Akademien und gelehrten Gesellschaften Beiträge hierzu geben.

Als Schlußwort sei mir folgendes gestattet: Mein Optimismus ist nicht so groß, daß er mich hoffen läßt, daß auf die Anregungen, die ich mir vorzubringen erlaubte, gleich eine Reaktion erfolgen werde. Ich bin mir vielmehr wohl bewußt, daß es viele Arbeit und Enttäuschungen kosten wird, um unsere Sache nur einen kleinen Schritt vorwärtszubringen. Ich habe, um den Reformvorschlägen mehr Nachdruck zu verschaffen und um das Reformwerk kräftiger zu fördern, in meinem Amerikabuch den Aufruf zur Gründung einer „Gesellschaft für angewandte Entomologie“ veröffentlicht, und ich freue mich, Ihnen mitteilen zu können, daß diese Anregung auf günstigen Boden gefallen ist, so daß die Gründung dieser Gesellschaft heute oder morgen hier stattfinden kann¹⁾. Die Gesellschaft wird stets den größten Wert darauf legen, in inniger Verbindung mit der Deutschen Zoologischen Gesellschaft zu bleiben, und wird daher voraussichtlich auch eine ihrer Sitzungen, wenn möglich, zu gleicher Zeit mit der „D. Z. G.“ abhalten. — Die Hauptarbeit der Gesellschaft soll vorerst darin bestehen, das Reformprogramm in seinen Einzelheiten durchzubearbeiten und dann mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln für die Durchführung des Reformwerkes zu agitieren. Da es eine

¹⁾ Die Gesellschaft hat sich inzwischen konstituiert unter dem Namen „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie“. „Der Zweck der Gesellschaft ist die Förderung der angewandten Entomologie. Die Gesellschaft erstrebt zunächst die Durchführung einer zweckdienlichen staatlichen Organisation an, ferner Sammlung und kritische Sichtung des vorhandenen Materials, Hebung des Verständnisses für angewandte Entomologie und Wahrung des Ansehens ihrer Vertreter in der Öffentlichkeit.“ Die Gesellschaft wird Jahresversammlungen abhalten und Verhandlungsberichte herausgeben. Der gegenwärtige Vorstand setzt sich folgendermaßen zusammen aus: Prof. K. ESCHERICH, Prof. FR. SCHWANGART, Prof. HEYMONS und Dr. MARTINI.

notwendige und gesunde Sache ist, für welche die neue Gesellschaft kämpft, so darf ich wohl hoffen, daß die „D. Z. G.“ der „G. f. ang. Ent.“ ihre Sympathien und, wenn es nottut, auch ihre tatkräftige Unterstützungen nicht versagen wird. Dann wird der Erfolg unserer Bestrebungen sicher nicht ausbleiben.

Diskussion:

Herr Prof. HEYMONS (Berlin) stimmt den Darlegungen von ESCHERICH bei. Die Heranbildung von angewandten Entomologen ist nicht nur für das Inland von Bedeutung, sondern vor allen Dingen für die deutschen Kolonien von Wichtigkeit. Würde jetzt eine größere Insektenkalamität in einer unserer Kolonien ausbrechen, so sind wir zurzeit, weil es bei uns an geeigneten Organisationen fehlt, fast ganz auf die Hilfe des Auslands angewiesen. Das ist ein unwürdiger Zustand, der dringend Abhilfe verlangt. Im übrigen würde eine Förderung der angewandten Insektenkunde auch der rein wissenschaftlichen Entomologie in vieler Hinsicht zugute kommen.

Herr Prof. SCHWANGART (Neustadt a. d. Haardt):

Auch ich kann den Ausführungen des Kollegen ESCHERICH aufs lebhafteste zustimmen. Nicht nur die Lage der deutschen angewandten Entomologie im allgemeinen, auch unsere spezielle Situation im Traubenwicklergebiet hat er so treffend geschildert, daß wenig zu ergänzen übrig bleibt.

Den Mangel einer unsern Aufgaben gerechten Organisation der angewandten Entomologie empfinden wir schwer; besonders hat uns das Fehlen einer Zentralanstalt als direkt beratender Stelle der Landesregierung Schwierigkeiten bereitet, und aus der Verwaltung der angewandten Entomologie im Nebenamt, wie sie an den allermeisten Staatsanstalten eingeführt ist, sind uns sachliche und sogar schlimme persönliche Unannehmlichkeiten erwachsen. Es handelt sich dabei nicht nur um Verwaltung durch die näher verwandte Botanik: Außer Botanikern werden auch Techniker, Chemiker, Mediziner mit entomologischen Aufgaben betraut; wie es der Zufall fügt, könnte man sagen. Infolge irriger, ohne die nötige Vorkenntnis gefällter Urteile über den Wert von Bekämpfungsmitteln oder durch aufmunternde Teilnahme solcher Staatsstellen an privaten Versuchen werden Erfinder und Unternehmer in ihrem Widerspruch gegen den Entomologen bestärkt; sie werden in die Lage versetzt, in ihrem Kampf gegen seine Kritik „Autorität gegen Autorität“, den „Professor gegen den Professor“ auszuspielen.

Ich möchte weiter darauf hinweisen, daß uns nunmehr auch Frankreich überholt hat, indem es sich dem amerikanischen Vorgehen anschloß; zunächst durch Schaffung einer entomologischen Zentrale am Landwirtschaftsministerium, die unabhängig neben einer botanischen Zentrale, gegebenen Falles im Benehmen mit ihr arbeitet. Leiter der entomologischen Zentrale (Station entomologique de Paris) ist P. MARCHAL, dessen wundervolle Arbeiten über die Entwicklung kleinster Schlupfwespen ja auch bei theoretisch arbeitenden Zoologen in hohem Ansehen stehen und vielen unter Ihnen jedenfalls gegenwärtig sind. MARCHAL leitet auch die gesamte Bekämpfung des Traubenwicklers; seinem Versuchsplan ordnen sich mehrere Stationen draußen im Weinbaugebiet unter. Und wenn auch diese Versuche gerade in ihrem interessantesten Teil, der Erforschung der Lebensbedingungen natürlicher Bekämpfungsfaktoren, zugegebenermaßen dem Vorgange des Trientiner Forschers CATONI und meiner Station folgen, so ist doch kaum zu bezweifeln, daß die bessere Organisation den Franzosen in kurzem einen Vorsprung vor uns sichern wird. — Ferner hat man in Frankreich, gleich den Amerikanern, eine Vereinigung für angewandte Entomologie geschaffen (Société d'études et de vulgarisation de la Zoologie agricole, Sitz in Bordeaux), die der staatlichen Organisation beratend und mit ihrem Einfluß auf die gebildeteren Interessentenkreise zur Seite steht und die, eben zur Sicherung dieses Einflusses, ein Organ herausgibt, das in volkstümlicher Form die exakten Ergebnisse der angewandten Entomologie vermittelt. — Endlich hat, wie ich schon angedeutet habe, die „biologische Bekämpfung“ jetzt in Frankreich volle Würdigung erfahren, während man modernen Versuchen auf dem Gebiet bei uns noch immer widerstrebt.

Gerade Versuche dieser Art aber sind es, die unserer angewandten Wissenschaft einen über ihr spezielles Gebiet hinauswirkenden Reiz verleihen, die das Interesse der gesamten Zoologie wecken sollten. Seit Jahren bin ich in Wort und Schrift und mit der Tat bestrebt, den Kleinmut und die üblichen Vorurteile gegen solche Versuche zu zerstreuen und jenen verhängnisvoll verallgemeinernden Lehrsätzen zu begegnen, die zu der Behauptung führen, daß für Vermehrung und Verbreitung nützlicher Organismen „Imponderabilien“ ausschlaggebend seien, daß daher eine Einwirkung des Menschen auf sie undenkbar sei. Ich will hier nicht wieder auseinandersetzen, weshalb diese Annahmen, welche pathogene Mikroorganismen, Pilze, Schlupfwespen und Raupenfliegen nach

ihren Verbreitungsgesetzen in Gegensatz zu bringen zu dem, was für beliebige andere Organismen gilt, von vornherein unhaltbar wären, auch wenn keine Tatsachenbeweise dagegen vorliegen würden; die Untersuchung dieser Verhältnisse von Fall zu Fall, die ja allein den Forderungen der Naturwissenschaft entspricht, hat bei uns wie in Amerika diese Annahmen durch positive Ergebnisse widerlegt: Schon der Nachweis, daß es mit Sicherheit gelingt, durch eine bestimmte Kulturmethode pathogene Pilze, „Isarien“, in den Weinbergen so zu vermehren, daß 90—95 % der Winterpuppen des Wicklers durch sie vernichtet werden, und das auf weiten Flächen, zeigt, daß wir den rechten Weg gegangen sind; weitere Untersuchungen haben erwiesen, daß das von den Amerikanern auf die Schlupfwespen angewandte „Importsystem“ auch für Pilze in Betracht kommt. Die natürliche Verbreitung scheint auch hier in bestimmten Fällen durch Barrieren aufgehalten zu werden, die sich mit künstlicher Übertragung der Krankheitserreger überwinden lassen. Umgekehrt haben für Schlupfwespen und Raupenfliegen unsere Untersuchungen zu dem Ergebnis geführt, daß auch zu ihrer Vermehrung in bestimmten Fällen Kulturmaßnahmen angezeigt sind. Wir fußen dabei auf der Erkenntnis, daß unter Umständen die andauernd geringe Vermehrungsfähigkeit dieser Insekten in bestimmten Gegenden — während sie in andern, wo derselbe Schädling auftritt, eine befriedigende Vermehrungsfähigkeit zeigen — mit dem Mangel an Zwischenpflanzungen bestimmter Art zusammenhängt. Mit diesen Zwischenpflanzen sind nämlich dann Insekten unterdrückt, die auf ihnen leben und die andererseits Zwischenwirte für bestimmte Generationen jener Schmarotzerinsekten bilden; um die Zeit, in der diese Generationen erscheinen, ist kein geeignetes Stadium des Schädlings, der bekämpft werden soll, vorhanden. — Es würde sich also darum handeln, die richtigen Zwischenwirte durch Anlage geeigneter Zwischenpflanzungen heranzuziehen, und wenn wir in diesem Falle auch noch recht weit davon entfernt sind, unsere Erkenntnis der Praxis zunutze zu machen, so ist doch wiederum ein Weg gewiesen, und die ganze Frage ist im Laufe weniger Jahre aus dem Stadium der angeblichen „Imponderabilien“ — in Wahrheit aus dem der Unkenntnis, des unerforschten herausgerückt.

Bieten nun schon diese rein praktischen Ergebnisse und Folgerungen nebenbei allgemein biologisches Interesse, so sind mit der Bearbeitung solcher Fragen, solcher Einzelfälle auch zahlreiche zunächst rein theoretische Beobachtungen und Fragestellungen ver-

knüpft, die ganz speziell den theoretisch arbeitenden Zoologen angehen; diese Fragestellungen haben oft den Vorzug, daß sie als unabhängig von den Zeitfragen der Wissenschaft, als gewissermaßen zufällig erscheinen, zu unerwarteten Ausblicken und Aufschlüssen und zu einer Korrektur herrschender Meinungen führen. Als Beispiele theoretisch wichtiger Ergebnisse bei praktischer Forscherarbeit führe ich vielleicht am besten wieder die MARCHALschen an: Der genaueren Untersuchung der Gallmückenparasiten durch diesen Forscher haben wir die Entdeckung des wunderbaren freibeweglichen „Cyklopidembryo“ und haben wir tiefe Einblicke in das Wesen der „Polyembryonie“ zu verdanken. Ferner möchte ich Ihnen auch einige der nächstliegenden Themata aus meinem Forschungsbereich nennen, um Sie zu überzeugen, daß es sich wirklich lohnen könnte, von meinem Anerbieten in Fachzeitschriften, u. a. im „Zoologischen Anzeiger“, betr. Annahme technisch vorgebildeter Praktikanten an unserer Anstalt, einmal Gebrauch zu machen. Ich nenne, was mir gerade einfällt: Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte von Kleinschmetterlingen verschiedener Art, Untersuchung der Sinnesorgane bei den Traubenwicklern und andern, z. B. auf das Vorhandensein, bzw. den Bau der sogenannten „Tympanalorgane“, wie sie bei Spannern und Pyraliden gefunden worden sind; Vergleich des Baues der Augen von Tag-, Dämmerungs-, Nachtfliegern; Entwicklung, Ernährung, Wirtswechsel von Schlupfwespen und Raupenfliegen; Ursachen des örtlichen Farbenwechsels bei gewissen Käfern, usw. Zu berücksichtigen ist, daß uns für solche Untersuchungen eine Fülle von Material zu Gebote steht, wie sie sonst der Zoologe am Meere findet.

Der direkte Zweck der Aufnahme von Praktikanten aber wäre, nach Kräften zu sorgen für Schaffung eines Stammes praktisch vorgeschulter wissenschaftlicher Entomologen, zum Dienst in der angewandten Entomologie, nachdem leider an den natürlich gegebenen Lehrstätten, den deutschen Hochschulen, noch keine Möglichkeit einer solchen Vorbildung gegeben ist. Und ich gebe mich mit dem Kollegen ESCHERICH der Hoffnung hin, daß Sie uns nach den Ausführungen von heute in dieser Richtung, in der Förderung unserer wichtigen und dabei jetzt noch so schweren Aufgabe, unterstützen werden, als diejenigen Forscher, die unserm praktischen Streben am nächsten stehen.

Herr Prof. ESCHERICH: Es ist vollkommen richtig, daß die angewandte Entomologie in Deutschland größtenteils in den Händen der Botaniker liegt, die die Schädlingsfragen nebenbei mit zu be-

sorgen haben (worin die Grundursache dieses Zustandes liegt, habe ich in meiner Amerikaschrift darzulegen versucht). Daß dabei die Entomologie nicht zu ihrem vollen Rechte kommen kann, ist jedem, der die Schwierigkeit entomologisch-biologischer Probleme kennt, ohne weiteres klar. Es wurde mir zwar von mancher Seite eingewandt, die Botaniker könnten ganz gut die schädlichen Insekten mit erledigen, denn die Lebensgeschichte der meisten Schädlinge sei doch in der Hauptsache schon erforscht. In dieser Beziehung habe ich, wie gewiß auch die Mehrzahl der wissenschaftlichen Entomologen, die gerade entgegengesetzte Meinung: wir stehen auf dem Standpunkt, daß von einer wissenschaftlichen Durchdringung bei den wenigsten unserer Schädlinge heute die Rede sein kann. — Die Anschauung, daß die entomologischen Schädlingsfragen recht gut von den Botanikern mit bearbeitet werden können, scheint auch in höchsten Regierungskreisen auf festem Boden zu wurzeln; man scheint sich da keine rechte Vorstellung zu machen von der gänzlichen Verschiedenheit der beiden Wissenschaften. An diesen Stellen aufklärend zu wirken, dürfte in erster Linie notwendig sein.

Herr ALFKEN (Bremen): Es ist notwendig, daß nicht nur eine Zentrale zur Förderung der angewandten Entomologie geschaffen wird. Angebracht will es mir erscheinen, wenn nach den geologischen und klimatischen Verhältnissen mehrere Auskunftsstationen gebildet werden. Nicht nur in bezug auf die angewandte Entomologie, sondern auch in der Systematik können uns die Amerikaner vielfach als Lehrer dienen.

Herr Prof. BRAUER (Berlin): Der Beifall und die Diskussion haben gezeigt, daß wohl alle den Ausführungen des Herrn Kollegen ESCHERICH beistimmen und alle wünschen, daß seine Vorschläge auch erfüllt werden. Es scheint mir aber nötig, unsere Sympathie hier nicht nur in Worten auszudrücken, sondern ihn auch in der Weise kräftig unterstützen, daß die Deutsche Zoologische Gesellschaft in Verbindung mit dem neuen Verein für angewandte Entomologie Eingaben an die in Frage kommenden Behörden, also in erster Linie an die Ministerien für Forst- und Landwirtschaft und an das Reichskolonialamt macht. Die Formulierung der Eingaben möge man dem Vorstände der Gesellschaft und des Vereins überlassen.

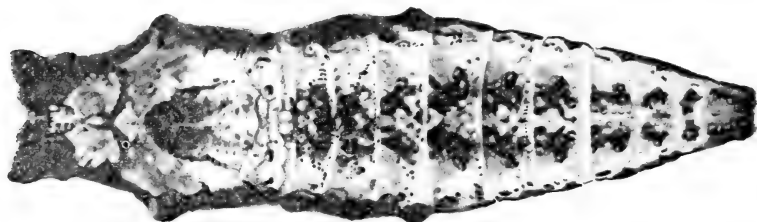
Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

Herr Prof. ESCHERICH: Ich danke dem Herrn Vorredner herzlich für sein warmes Eintreten für unsere Reformbestrebungen. Nachdem die Deutsche Zoologische Gesellschaft so einmütig hinter uns steht, dürfen wir mit froher Zuversicht in die Zukunft blicken.

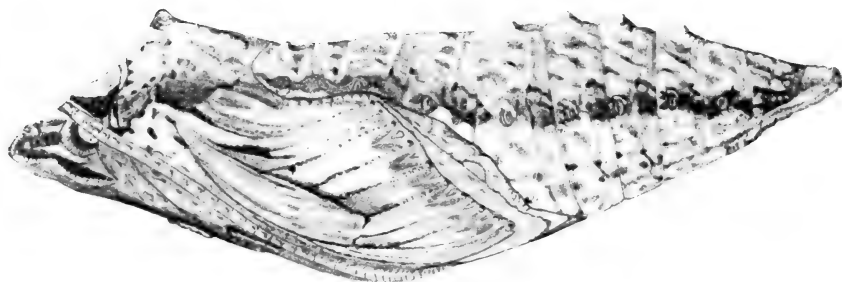
Herr Prof. Dr. J. F. VAN BEMMELLEN (Groningen):

**Die phylogenetische Bedeutung der Puppenzeichnung bei den Rhopaloceren
und ihre Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Imagines.**

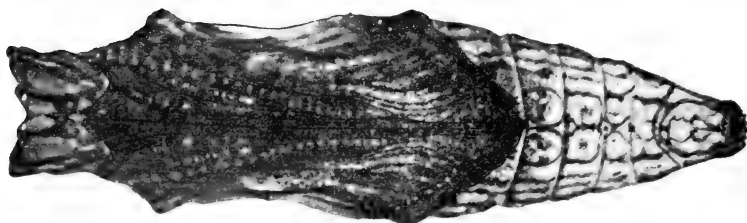
In seiner Abhandlung: „The external Morphology of the
Lepidopterous Pupa“ gibt POULTON eine klare Auseinandersetzung



A



B



C

Figur 1.

Puppe von *Papilio Machaon* in drei Ansichten. Photographisch vergrößert.

der Bedeutung des Puppenstadiums und seines Verhaltens zu Larve und Imago. Er hebt hervor, wie die Puppe als ein unbeweglich gewordenes Subimaginalstadium aufzufassen sei, das sich von der Imago nur in unbedeutenden Merkmalen unterscheidet, während

dagegen zwischen Larve und Puppe eine gewaltige Kluft gähnt, die nur durch die Annahme zahlreicher ausgefallenen Stadien überbrückt werden kann.

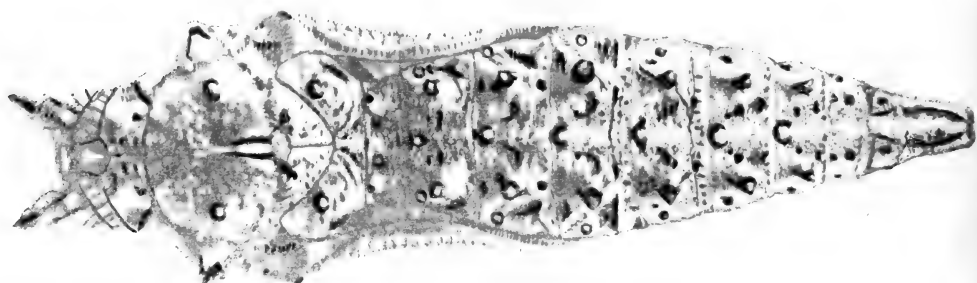
Gänzlich in Einklang mit dieser Auffassung ist die von mir schon im Jahre 1889 hervorgehobene Tatsache, daß auf den Flügelscheiden der Vanessidenpuppen eine Farbenzeichnung vorkommt, die mit der von mir entdeckten primären Zeichnung auf den noch in diesen Scheiden verborgenen imaginalen Flügelanlagen übereinstimmt.

Bei der Wiederaufnahme dieser Untersuchungen versteht es sich, daß diese Beobachtung mich veranlaßte, die Puppenzeichnung der Vanessiden nicht nur mit derjenigen der aus diesen Puppen ausschlüpfenden Imagines zu vergleichen, sondern auch mit derjenigen anderer Tagfalterpuppen. Dabei stellte sich heraus, daß auf den Flügelscheiden von Papilioniden- und Pieridenpuppen Farbenmuster vorkommen, die mit denen der Nymphaliden eine gemeinsame Grundlage besitzen. Dieses Resultat habe ich in meinem Beitrage zu der Festschrift zu Ehren SPENGL'S veröffentlicht.

Den natürlichen Gedankengang weiter verfolgend, lag es auf der Hand, anzunehmen, daß, was für die Flügelscheiden gilt, auch für die übrige Körperbedeckung der Puppen zutreffend sein könnte. Eine einfache Vergleichung des Farbenkleides in seiner Gesamtheit bei den Puppen verschiedener Pieriden, Papilioniden und Nymphaliden ergab ohne weiteres, daß diese Übereinstimmung in der Tat besteht. Puppen, welche in Habitus und Farbenton so sehr verschieden erscheinen wie die von *Aporia crataegi*, *Pieris brassicae* und *P. napi*, *Euchloe cardamines* und *Gonepteryx rhamni*, zeigen bei genauerem Zusehen eine bis in Einzelheiten gehende Ähnlichkeit, und solches ist ebenso der Fall bei *Papilio machaon*, *Papilio podalirius* und *Thais polyxena*, oder bei *Pyrameis atalanta* und *cardui*, *Vanessa io* und *urticae*, sowohl in jeder Gruppe für sich als bei Vergleichung der Gruppen untereinander. Aber bei diesem Resultat braucht man es nicht bewenden zu lassen, es ist im Gegenteil selbstverständlich, daß man eine Vergleichung des Farbmusters der Puppen mit dem der anderen Stadien der Metamorphose anstellt, also mit dem der Imagines einer-, mit dem der Raupen anderseits.

Bei der Ausführung der erstgenannten Aufgabe stößt man auf die Schwierigkeit, daß weder die Mehrzahl der bestehenden Abbildungen von Faltern noch die eingetrockneten Sammlungsexemplare für eine genauere Analyse des Farbmusters auf den Leibern der

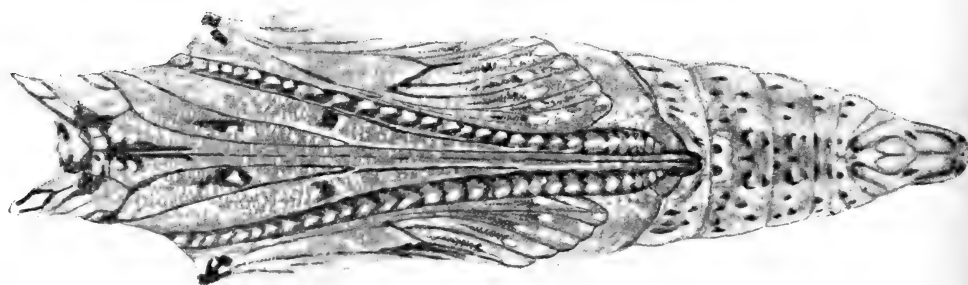
Schmetterlinge irgendwie tauglich sind, ebensowenig wie die außerdem noch recht spärlichen Abbildungen von Puppen und Raupen in den entomologischen Bilderbüchern.



A



B



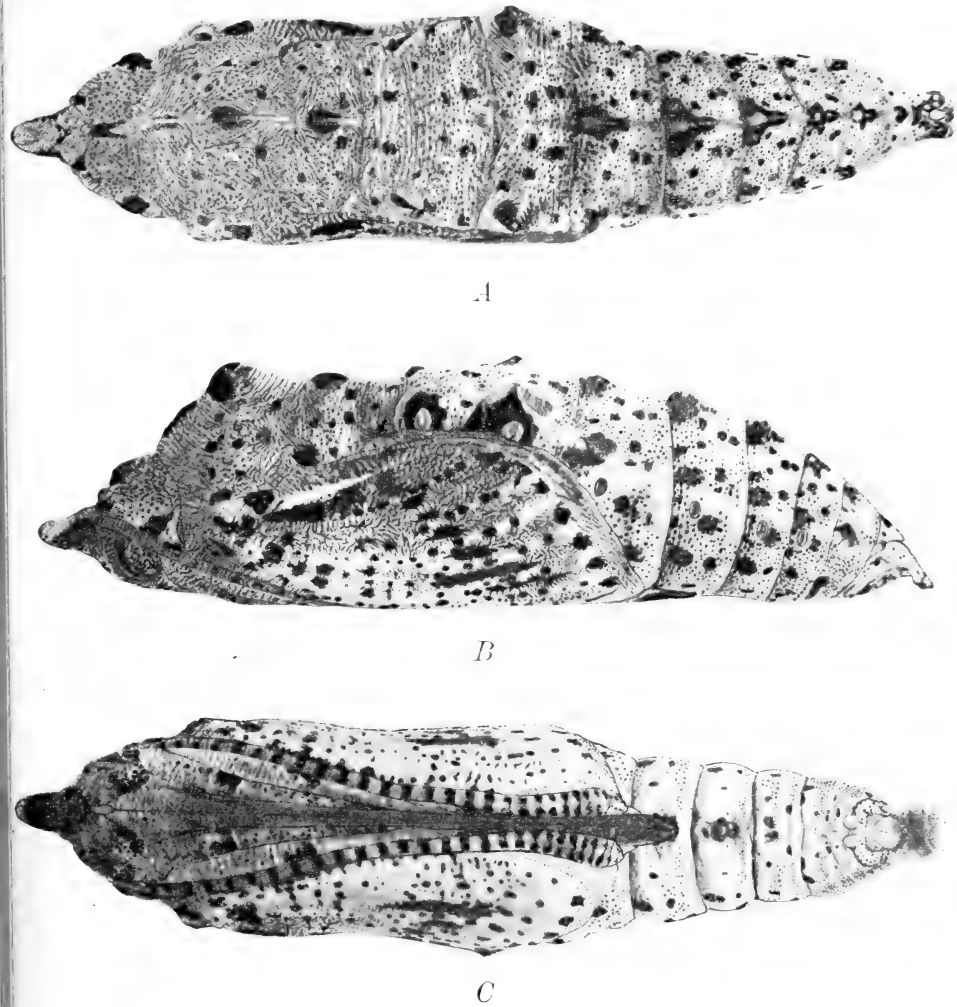
C

Figur 2.

Puppe von *Vanessa io* in drei Ansichten. Photographisch vergrößert.

Zur Erforschung der Farbenzeichnung auf Kopf, Thorax, Abdomen und Gliedmaßen der Tagschmetterlinge sowie ihrer Raupen und Puppen, ist es unumgänglich notwendig, die frischen

Tiere selbst zu studieren. Dabei tut man m. E. gut, die in der Puppe herangereiften Imagines kurz vor dem Augenblick des Ausschlüpfens aus der Puppenhaut heraus zu präparieren, weil ihr Körper dann noch in stark angeschwollenem Zustande ist, und

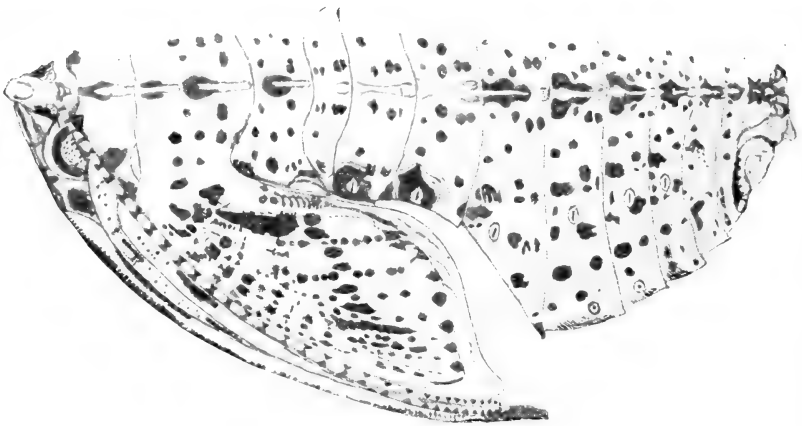


Figur 3.

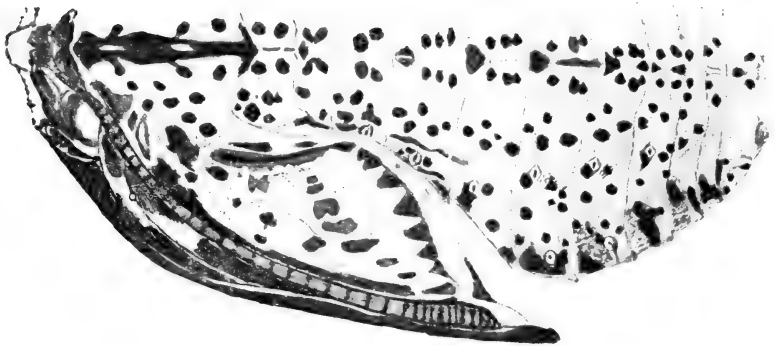
Puppe von *Pieris brassicae* in drei Ansichten. Photographisch vergrößert.

deshalb die Verteilung der Farben über die Leibesoberfläche sich besser beobachten läßt. Außerdem kann man dabei die Entwicklung des Farbenkleides auf dem Leibe des Imago innerhalb der Puppenumhüllung studieren, und wird dabei in Erfahrung bringen, daß

diese Zeichnung ebensogut wie diejenige auf den Flügelanlagen eine Stufenleiter von Entwicklungsstadien durchläuft, die eine phylogenetische Bedeutung besitzt. Bis jetzt konnte ich nur bei Puppen von *Pieris brassicae* und *Papilio podalirius* einige dieser Stadien zu Gesicht bekommen, aber diese genügten, mir die Über-



A



B

Figur 4.

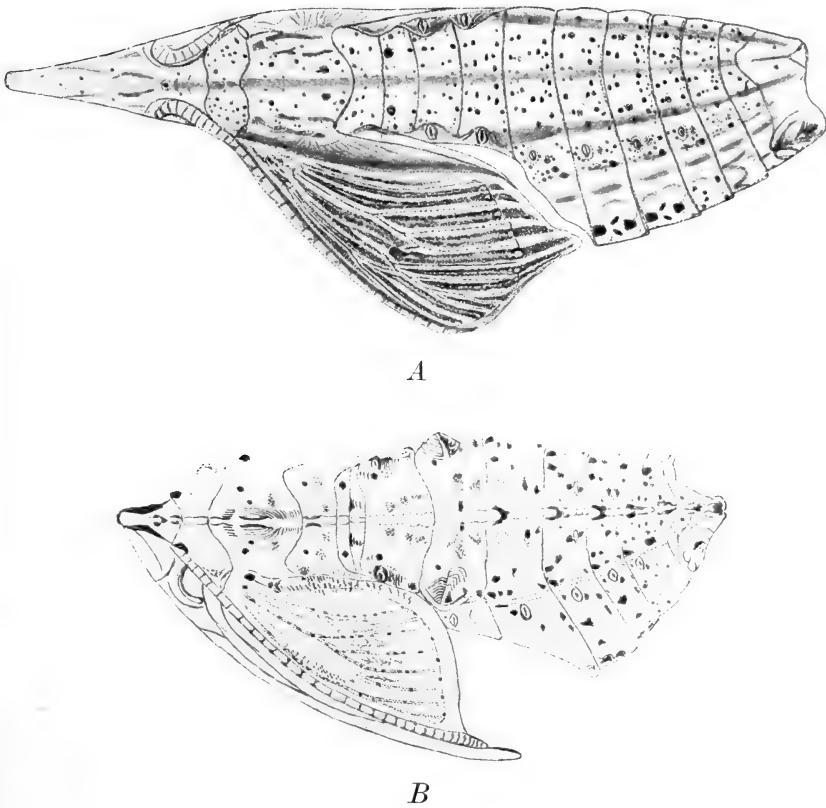
Linke Hälfte der Puppenhaut von *Pieris brassicae* (A) und *Aporia crataegi* (B) in eine Fläche ausgebreitet.

zeugung beizubringen, daß es sich in der Tat um Farbenmuster handelt, die mit denen der betreffenden Puppen mehr Übereinstimmung aufweisen als mit den betreffenden Imaginalzeichnungen, in die sie übergehen.

Höchstwahrscheinlich wird sich, wenn es gelingt, die vollständige Stufenleiter der Entwicklungsstadien zur Beobachtung zu

bringen, herausstellen, daß am Anfang dieser Serie eine Zeichnung auftritt, welche phylogenetisch älter ist als die auswendig auf der Puppenscheide vorkommende, ebenso wie dies für die Flügelzeichnung der Imagines sich ergab.

Auch bei einer Vergleichung nach der entgegengesetzten Seite, derjenigen der Raupe hin, findet man Übereinstimmung, aber auch



Figur 5.

Linke Hälfte der Puppenhaut von *Euchloe cardamines* (A) und *Pieris napi* (B) in einer Fläche ausgebreitet.

hier macht man die nämliche Erfahrung, n. l. daß das Farbenkleid der erwachsenen Raupe sich weiter von dem allgemeinen Grundplane entfernt als dasjenige der Puppe.

Dennoch besteht zwischen beiden in manchen Fällen eine unverkennbare Übereinstimmung: das Farbenmuster der Raupe geht zum größeren oder geringeren Teil in dasjenige der Puppe über. Dieser Übergang läßt sich besonders deutlich beobachten, wenn

man einige Zeit vor der Puppenhäutung die Raupenhaut öffnet, und die in Ausfärbung begriffene Puppe herauspräpariert. Ich konnte dies bei *Pieris brassicae* beobachten. Dabei stellte sich heraus, daß im Anfang ein großer Gegensatz besteht zwischen dem Farbenmuster auf Thorax und Abdomen der Puppe und demjenigen auf ihren Flügelscheiden, Beinen, Antennen, Sauger und Kopf. Während die ersteren eine komplizierte und mehrfarbige Zeichnung aufwiesen, die mit derjenigen der entsprechenden Raupenteile übereinstimmte, waren die letztgenannten einfarbig grün. Es besteht also ein auffälliger Gegensatz zwischen denjenigen Teilen, die aus dem Raupenstadium ziemlich unverändert auf die Puppe übergehen, und den sich neubildenden oder wenigstens stark umgestaltenden Organen: die letzteren bekommen erst nachträglich ein mit den letzteren übereinstimmendes Farbenkleid. Daraus ergibt sich, daß der einheitliche Eindruck, den die Zeichnung der fertigen Puppe auf den Beobachter macht, bis zu einem gewissen Grade ein irreführender ist: die Zeichnung setzt sich aus Teilen zusammen, die nicht notwendigerweise bei ihrem phylogenetischen Entwicklungslauf denselben Weg genommen zu haben brauchen. Doch wird sich wahrscheinlich in vielen Fällen herausstellen, daß dennoch auch auf Thorax und Abdomen die Puppenzeichnung einen ursprünglicheren Charakter besitzt als die entsprechende Zeichnung der erwachsenen Raupe. Denn vergleicht man z. B. einerseits die Puppen von *Pieris brassicae* und *Aporia crataegi* miteinander, und andererseits ihre Raupen nach der letzten Häutung, so besteht zwischen den ersteren eine viel größere Übereinstimmung als zwischen den letzteren. Und diese Ähnlichkeit der Puppen untereinander ist ebenfalls größer als diejenige einer jeden Puppe mit der Raupe, aus welcher sie hervorgegangen ist, was sich wohl am besten in der Weise erklären läßt, daß die Puppen auf ein ursprünglicheres und allgemeineres (d. h. der ganzen Gruppe zukommendes) Farbenmuster zurückgehen.

Diese letztere Behauptung ist nur scheinbar in Widerspruch mit der vorangehenden Bemerkung über den Zusammenhang zwischen Raupenzeichnung und Farbenmuster auf Thorax und Abdomen der frischgehäuteten Puppe. Dieser Zusammenhang besteht unzweifelhaft, aber nicht in dem Sinne, daß die letztere ein einfacher Abklatsch der ersteren wäre. Im Gegenteil: nur gewisse Bestandteile der Raupenzeichnung gehen in das Farbenkleid der Puppe über, und überdies geschieht dieser Übergang nicht plötzlich und unvermittelt, sondern die Farben, welche auf der noch nicht

aus der Raupenhaut geschlüpften Puppe vorübergehend sichtbar sind, zeigen eine größere Übereinstimmung mit dem Raupenmuster als die nachträglich durch Umbildung aus ihnen hervorgehende bleibende Zeichnung.

POULTON, der das mit der Raupenzeichnung übereinstimmende Farbenmuster auf den frisch ausgeschlüpften Puppen gleichfalls beobachtet hat (aber besonders die Sphingiden auf diese Erscheinung untersuchte) schreibt diesen Farben: „keine morphologische Bedeutung“ zu, weil sie „nur durch das noch in den Zellen der Chrysalidenhypodermis verharrende larvale Pigment verursacht sind“.

Mir scheint die Frage nach der Bedeutung dieser Farben mit dieser abweisenden Bemerkung nicht erledigt. Jede Färbung der Arthropodenhaut muß von der sog. Hypodermis ausgehen. Dringen die Farbstoffe aus dieser in die Cuticula durch, so bekommen sie dadurch einen permanenten Charakter, aber deshalb braucht man einer sich noch in der Hypodermis befindlichen Farbenzeichnung nicht jegliche morphologische Bedeutung abzusprechen.

Bei denjenigen Arten, die ihr Puppenleben an verborgenen Stellen fristen, wird die Chitinhaut braun oder schwarz, und demzufolge verschwindet jede Spur eines Farbenmusters. Stellt man sich aber die Frage, welche dieser beiden Puppenarten uns ein genaueres Bild von dem Subimaginalstadium, woraus die unbewegliche Chrysalide der heutigen Lepidopteren hervorgegangen ist, bewahrt haben mag, so muß die Antwort m. E. wohl sicher zugunsten der farbengeschmückten Rhopalocerenpuppen lauten. Die einfarbig chitinbraunen Puppen sind in der Spezialisierung weiter vorgeschritten als die mehrfarbig gezeichneten, denn sie haben ihre Zeichnung durch Anpassung an die verborgene Lebensweise nachträglich verloren, und sich deshalb weiter von den Stammformen der Schmetterlinge entfernt.

Aber unter diesen mehrfarbig gezeichneten Puppen gibt es wieder solche, die sich mehr, und andere, die sich weniger von dem ursprünglichen Zustand entfernt haben. Um diese voneinander zu unterscheiden, darf man m. E. dieselben Grundsätze anwenden, wie die, welche sich bei der Beurteilung der Imaginalzeichnung als brauchbar erwiesen haben: Grundsätze, die ich in meiner Abhandlung in SPENGEL'S Festschrift und in meiner Mitteilung auf dem Cambridger Internationalen Entomologenkongreß hervorgehoben habe. Nur können selbstverständlich bei den Puppen die Unterseite der Vorderflügelscheiden, sowie die beiden Oberflächen derjenigen der Hinterflügel nicht in Betracht gezogen werden. Aber

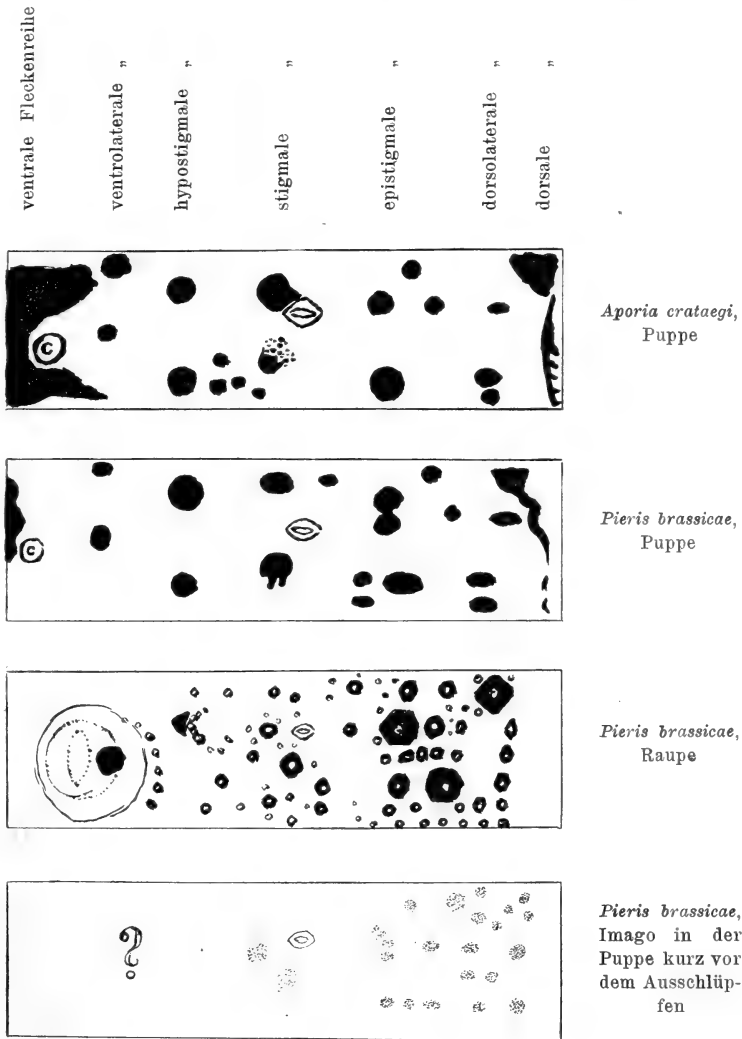
auch mit dieser Einschränkung läßt sich mit gutem Recht behaupten, daß regelmäßige Wiederholung eines und desselben Farbmusters auf der Reihe der Leibesringe, sowie in den Zellen der Flügelscheide, als ursprüngliches Merkmal aufgefaßt werden darf, daß hingegen Einfarbigkeit als ein durch sekundäre Modifikation zuwegegebrachter Endzustand zu betrachten ist. Nach dieser Auffassung hat sich die *Pieris-napi*-Puppe viel weiter von dem gemeinsamen Grundplan entfernt als die der *Pieris brassicae*, und muß die Puppe von *Gonepteryx rhamni* aus einem primitiveren Zustand abgeleitet werden, so wie er uns bei *Euchloë cardamines* vor Augen tritt. Als Beweis für diese Behauptung sei auf die Spuren von dunklen Flecken und Makeln bei den übrigens egal grünen Puppen der an erster Stelle genannten Arten hingewiesen, welche Spuren nur als letzte Andeutungen der viel größeren Flecken bei den damit vollständig ausgeschmückten Verwandten zu deuten sind. Der Grund dieser Rückbildung und Verfärbung läßt sich in diesen Fällen, wie bei den entsprechenden Raupen, leicht verstehen: die Puppen fallen dadurch weniger in die Augen, es liegt also schützende Nachahmung der Umgebung vor.

Durch die vergleichende Untersuchung der Puppenzeichnung bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß als primitives Zeichnungsmuster für die Ringe des Körpers, die in regelmäßigen Längsreihen geordneten, sich auf jedem Ring wiederholenden Flecken gelten müssen. Die Zahl dieser Längsreihen ist bei verschiedenen Arten nicht dieselbe, aber als Grundzahl kann man deren sechs annehmen, die man als dorsale, dorsolaterale, epistigmale, stigmale, hypostigmale, ventrolaterale und ventrale unterscheiden kann. Die erstere und die letztere verlaufen in der Medianlinie, die anderen sind gepaart. Die Zahl der Flecken einer jeden Reihe auf jedem Ring beträgt eins, zwei oder höchstens drei, doch kann an Stelle eines einzelnen Fleckens eine Gruppe kleinerer vorkommen.

Die zu einer Reihe gehörigen Flecken können zu einem Streifen verschmelzen, und in dieser Weise kann eine Längsstreifung entstehen. Oder es verschmelzen die korrespondierenden Flecken benachbarter Reihen zu größeren, dunkelgefärbten Stellen, oder zu Querbändern.

Wenn nun aber diese bei den Imagines ermittelten Grundsätze sich als für den Charakter der Puppenzeichnung gültig herausstellen, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß sie auch auf das Farbmuster der Raupen anwendbar sein werden. Dieser Auffassung gemäß wären also diejenigen Raupen, die eine sich auf jedem

Leibesring wiederholende Fleckenzeichnung aufweisen, als die am ursprünglichsten gezeichneten aufzufassen. Eine solche Art der Zeichnung besitzt z. B. die *Pieris brassicae*-Raupe, im Gegensatz zu



Figur 6.

Fleckenzeichnung auf dem achten Leibesring.

jener der *Aporia crataegi* und der *Pieris napi*, bei welchen die Längsstreifung mehr in den Vordergrund tritt. Diese letztere gilt bei den Forschern, die sich bis heute mit der vergleichenden Untersuchung der Raupenzeichnung beschäftigt haben, als die Grundform,

aus welcher sich eine andere Zeichnung, im besonderen die Schrägstreifung der Sphingidenraupen, durch die Annahme einer Auflösung der longitudinalen Streifen in Fleckenreihen, mit nachträglicher Verschmelzung der Componente benachbarter Reihen auf jedem Segment, herleiten lassen. Für die Schrägstreifung scheint mir in der Tat diese Erklärung die richtige, aber die Längsstreifung selbst möchte ich nicht als Grundform betrachten, sondern als durch Verschmelzung segmental sich wiederholender, in Längsreihen geordneter Flecken entstanden denken. Wenn bei zahlreichen Raupen aus dem jüngsten, einfarbigen, ungezeichneten Stadium unmittelbar ein längsgestreiftes hervorgeht, so dürfte dies meines Erachtens durch die Annahme einer Überspringung des gefleckten Zustandes zu erklären sein. Den längsgestreiften Raupenformen kann man ja andere gegenüberstellen, die nie longitudinale Zeichnung aufweisen, sondern von Anfang an gefleckt sind. Und bei vielen scheinbar der Länge nach gestreiften Raupen ergibt eine nähere Betrachtung, daß die Streifen nichts als Längsreihen dichtgedrängter Flecken sind. So ist es z. B. der Fall bei der Raupe von *Aporia crataegi*, deren Zeichnung also große Ähnlichkeit besitzt mit der von *Pieris brassicae*.

Besonders bemerkenswert scheint mir in dieser Hinsicht die regelmäßig gefleckte Raupe von *Zeuzera pyrina*, weil sie in Ästen von Fruchtbäumen verborgen lebt und deshalb, was ihr Farbenkleid betrifft, wahrscheinlich keine sekundären Veränderungen erlitten hat. Denn die durch jene Lebensweise hervorgerufenen Umbildungen laufen auf Farbenverlust hinaus, aber führen nicht zur Weiterentwicklung der Zeichnung. Auch die verwandten Hepialiden und Cossiden haben keine längsgestreiften sondern streng segmental gefleckte Raupen, bei denen die Zeichnung mehr oder weniger im Verschwinden begriffen ist.

Aber wie dem auch sei, jedenfalls hat man m. E. a priori das Recht zu behaupten, daß die Puppenzeichnung primitiver sein kann als diejenige der betreffenden Raupe, weil ja das Larvenstadium als solches sich weiter von der Urform der Gattung entfernt hat als die Chrysalis.

Zusammenfassend glaube ich behaupten zu dürfen:

1. Die Puppen von Pieriden, Papilioniden und Nymphaliden weisen nicht nur auf den Flügelscheiden, sondern auch auf dem ganzen übrigen Körper eine aus selbständigen Flecken zusammengesetzte Farbenzeichnung auf, der eine phylogenetische Bedeutung innewohnt, insoweit sie sich aus einem Grundplan herleiten läßt, der nicht nur diesen drei Schmetterlingsfamilien gemeinsam ist,

sondern sich auch in dem Farbenmuster ihrer Raupen und Imagines wiederfindet.

2. Bei den von mir näher untersuchten Arten stand sogar die Zeichnung der Puppen diesem gemeinschaftlichen Grundplan näher als diejenige ihrer Raupen und Imagines.

3. Die farbengeschmückten Lepidopterenpuppen geben uns in ihrer Zeichnung wahrscheinlich ein Bild des Farbenkleides bei den Ahnen der heutigen Tagschmetterlinge, und vielleicht selbst bei jenen noch flugfähigen Subimaginalformen, aus denen durch Immobilisation das Chrysalidenstadium, wie es heute allen Lepidopteren zukommt, hervorgegangen ist. Sie sind, was ihre Farben betrifft, auf einem ursprünglicheren Standpunkt stehengeblieben als die ungezeichneten, gleichmäßig chitinfarbigten Puppen der meisten Heteroceren und vieler Rhopaloceren. Diese haben m. E. ihre ursprüngliche Farbe infolge der verborgenen Lebensweise verloren.

4. Vor und während der Puppenhäutung zeigt sich bei allen Puppen, auch bei den eben genannten chitinfarbigten, vorübergehend ein Zeichnungsmuster, das auf den Leibesringen einen anderen Charakter besitzt als auf den Körperanhängen, aber wahrscheinlich auf beiden Abschnitten nicht ohne phylogenetische Bedeutung ist.

5. Wohl zweifellos ist dies letztere der Fall bei der Entwicklung der Imago innerhalb der Puppenhaut. Nicht nur auf den Anlagen der Flügel, sondern ebensogut auf den Ringen von Thorax und Abdomen zeigt sich bis sehr kurz vor dem Ausschlüpfen eine provisorische Fleckenzeichnung atavistischer Natur, die selbst einen noch ursprünglicheren Charakter als die auf der Puppenhaut auswendig sichtbare besitzen kann. Diese provisorische Zeichnung steckt in der Haut und wird auf dem Imaginalleib durch die anfangs farblosen, sich schließlich ausfärbenden Schuppen und Haare überdeckt und verdrängt.

Diskussion:

Herr Prof. HEINCKE (Helgoland) macht darauf aufmerksam, daß die von dem Vortragenden dargelegte phylogenetische Bedeutung der Flecken- und Farbenzeichnung bei Schmetterlingen und die Möglichkeit sie auf einen Grundplan zurückzuführen, wohl als eine allgemeine Erscheinung bei allen Farbenzeichnungen von Tieren anzusehen sei. Er selbst hat dieselbe Erscheinung bei der Entwicklung der Flecken- und Farbenzeichnung verschiedener Fischfamilien, namentlich der Gadiden und Pleuronectiden, nachweisen können.

Herr Dr. FR. VOSS (Göttingen):

Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten.

Einleitendes.

In den nachfolgenden Ausführungen soll ein Gebiet von vielseitigen und großen Zusammenhängen berührt werden, an welche sich weitgehende Folgerungen anschließen lassen. Die Kenntnis vom Flugapparat der Insekten ist seit einiger Zeit in ein Stadium getreten, welches gestattet, einheitliche Gesichtspunkte aus zahlreichen Einzelbeobachtungen heraus zu gestalten und die prinzipielle Grundlage der in großer Formenmannigfaltigkeit vorliegenden Einzelkonstruktionen festzustellen. Eine Gesamtdarstellung über den Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete würde lohnend sein. Die Aufgabe an dieser Stelle ist es nicht, die erschöpfende Zusammenfassung einer Fülle von Einzelheiten zu einem Gesamtbilde zu geben; sie beschränkt sich vielmehr auf zwei Punkte:

a) Durch die Erörterung prinzipieller Dinge soll die allgemeine Lage des Problems nach seinem heutigen Stande entworfen, und es sollen somit die Wege angedeutet werden, welche eine weitere Erforschung des Tierfluges, speziell des Insektenfluges, zu gehen hat.

Die Rückständigkeit einer tiefergehenden Zusammenfassung der Erscheinungsformen des Insektenfluges gegenüber dem der Vögel beruht zunächst auf dem Mangel an einer vergleichenden Durcharbeitung der bisher schon vorliegenden Erkenntnisse, dem der Mangel einer Grundlage für die Ableitung allgemeingültiger Prinzipien entspricht. Gibt doch die Vergleichung der Flugwerkzeuge der Insekten untereinander, wie auch mit denen der Vögel, trotz aller Verschiedenheiten im einzelnen eine überraschende Übereinstimmung der Hauptfaktoren des Fluges. Indem dieser Vergleich von den beiden wohl großartigsten Konvergenzerscheinungen handelt, welche die Natur — und zwar durch aerodynamische Beziehungen — auf einer so überaus verschiedenen morphologischen Grundlage hervorgebracht hat, gibt er gerade bei näherem Eingehen auf die spezifischen Abweichungen der verschiedenen Systeme einen Einblick wiederum in die Grundelemente der Mechanik des Schwingenfluges nach der aerodynamisch-physikalischen Seite hin bis zu den technisch-konstruktiven Grundlagen. Die Einzelausführungen des Prinzips, welche ich in der nachfolgenden Darstellung als Modelle bezeichne, sind überall ver-

schieden. Das überall gleiche Grundprinzip führt zur begrifflichen Feststellung von drei Typen, Hauptformen von Flugapparaten bei Insekten.

Dieselben möchte ich mit dem nachfolgenden (vgl. S. 137) provisorischen Schema einführen, welches bezüglich des Insektenfluges heute bereits durchführbar erscheint.

Sodann bedarf es eines Hinweises darauf, in welcher Weise die gegenüber einer allgemeineren Durchdringung des Tatsachenmaterials vorerst noch klaffenden Lücken zunächst ausgefüllt werden müssen.

Ein nicht zu allerletzt bedeutsames Ziel bei der Fortführung solcher Arbeiten muß sein, zwei bisher ziemlich unvermittelt gegenüberstehende Gruppen von Forschern einander näherzubringen:

Der Biologe versteht die Gedankengänge und die Sprache des Technikers zu wenig, um den von dieser Seite bestehenden Bedürfnissen gerecht zu werden; der Techniker wiederum vermag sich nicht den vorliegenden anatomischen Sachverhalt der tierischen Konstruktionen zugänglich zu machen, welcher bei dem Mangel an zusammenfassenden Darstellungen in zahlreichen, der Natur der Sache nach oft umfangreichen, schwer lesbaren und ein längeres Detailstudium voraussetzenden Einzeldarstellungen vorliegt. Wie fruchtbar eine solche Bezugnahme beider Gruppen werden kann, haben die Nachahmung der Tragflächenverwindung durch WRIGHT, die Anwendung des Zanolaprinzips bei Drachenflugzeugen und die verbesserten Heckkonstruktionen bei Zeppelin-Luftkreuzern mit dem Erfolge einer beträchtlichen Erhöhung der Schnelligkeit — beides letztere auf eine Anregung AHLBORN'S (Hamburg) hin — gezeigt; in Frankreich bestehen seit einiger Zeit bereits lebhaftere Beziehungen zwischen beiden Gruppen.

Zwei Wege der Forschung eröffnen sich dem Zoologen in diesem Zusammenhange:

Untersuchungen, welche bis ins einzelste gehen, welche die Konstruktion eines einzigen tierischen Flugapparates erschöpfend behandeln und welche mit der morphologisch-topographischen Erkenntnis zugleich ein funktionelles Verständnis übersichtlich anbahnen.

Sodann die Darstellung allgemeingültiger Flugesetze bei Tieren auf dem Wege der Vergleichung morphologisch-topographischer und morphogenetischer Erkenntnisse in ihren morphokinematischen Beziehungen.

Dem Physiker ferner ist es anheimgegeben, die aerodynamischen Qualitäten der verschiedenen Flugflächen in den verschiedenen Phasen der Bewegung zu analysieren (Modellversuche), und der Techniker wird die gegebenen Konstruktionseinzelheiten auf ihre praktische Anwendbarkeit zu prüfen haben.

b) Das Wesen der Sache, um welche es sich in diesem Zusammenhange handelt, möge an einem einzelnen Beispiel dargelegt sein, an dem Vergleich zweier moderner Spezialarbeiten, welche die Analyse der Flugwerkzeuge zweier sehr verschiedener Insektentypen bis in feinste Einzelheiten durchgeführt und so für sich eine einheitliche Darstellung des Flugmechanismus angestrebt haben. Eine solche vergleichende Analyse nach morphokinematischen Gesichtspunkten setzt ein restloses Eindringen in die Einzelelemente der Konstruktion voraus. Die eine dieser Arbeiten handelt vom Flugmechanismus der Hausgrille, eines primitiven Geradflüglers als dem Vertreter einer morphologisch tiefstehenden Flugorganisation mit vielseitigster Komplikation der Einzelelemente¹⁾. Die Analyse des Flugapparates der Hautflügler andererseits, welche nach verschiedenen Vorarbeiten älterer Autoren (an der Ameise *Myrmica*, an *Bombus*, *Xylocopa* *Polistes* u. a.) neuerdings von STELLWAAG²⁾ an der Biene durchgeführt ist und von mir zurzeit einer Nachuntersuchung unterzogen wird, gibt Anhaltspunkte zur Beurteilung eines im morphologischen Sinne vereinfachten, abgeleiteten „höheren“ Typs. Obwohl meine Arbeiten in dieser Hinsicht noch keineswegs abgeschlossen sind, ermöglicht es ein solcher Vergleich dennoch schon jetzt, bei aller verschiedenartigen Vielgestaltigkeit der Einzelkonstruktionen eine prinzipielle Gleichheit dieser Einzelheiten bei beiden Typen festzustellen. Diese Feststellung auf morphologischer Grundlage allein erlaubt den homologen Teilfunktionen nachzugehen und die Analogien, welche ein völlig verändertes Flugbild uns dadurch vorführt, zu verstehen. Die Möglichkeit hierzu beruht aber auf der spezifisch kinematischen Natur und auf dem exoskelettalen Charakter der Gelenke bei den Insekten.

Mit diesen Worten soll die allgemeine Lage des Problems gekennzeichnet sein.

¹⁾ FR. VOSS, 1904/05: Über den Thorax von *Gryllus domesticus* mit besonderer Berücksichtigung des Flügelgelenks und dessen Bewegung. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 78.

²⁾ FR. STELLWAAG 1910: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 95. — FR. VOSS 1912: Referat der Arbeit STELLWAAGS im Zoolog. Zentralblatt Nr. 1058, S. 852 ff.

Allgemeine Übersicht.

Im besonderen dürften für die Wege, welche neue Arbeiten einzuschlagen haben, folgende ältere und neuere Arbeiten als Grundlage bzw. als Ausgangspunkte und Anregung zu gelten haben:

a) Die Arbeiten AMANS'-Montpellier über die allgemeinen Homologien im Flugapparate der Insekten und über die allgemeinen Übereinstimmungen im Flugcharakter der Insekten und Wirbeltiere; ferner über die Geometrie der tierischen Flächen „Zooptère“, im speziellen der Begriff des Zweiflächensystems, „dièdre“. Hierzu kommen zahlreiche morphologisch-anatomische Arbeiten, wie u. a. die von REDTENBACHER und COMSTOCK über das Flügelgeäder der Insekten.

b) Die zahlreichen Arbeiten AHLBORN'S über den Flug der Wirbeltiere, insbesondere über den Vogelflug, über die Stabilität der Flugapparate, den Schwebeflug, über die physikalische, speziell aerodynamische Wirkung der Flächengestalt und die Erkenntnis des „Schranken“prinzips. Die hier gegebenen Anregungen müssen der Erforschung des Insektenfluges dienstbar gemacht werden.

c) Feststellungen der speziellen Homologien in den äußeren thorakalen Bezirken der Insekten, welche auf einer Durcharbeitung und Verwertung der gegebenen Einzelheiten in morphokinematischem Sinne beruhen. Meine dahingehenden Arbeiten¹⁾ suchten als Vorarbeiten zunächst durch Aufdeckung bestimmter Gesetzmäßigkeiten im engeren Rahmen einer einzelnen bestimmten Organisation den Boden zu bereiten für eine allgemeinere Übertragbarkeit dieser Gesetzmäßigkeiten auf fernerstehende Organisationsverhältnisse, wie sie z. B. BERLESE²⁾ sodann durchzuführen versucht hat.

d) Analysen der Flugapparate im einzelnen auf vergleichender Grundlage wie sie beispielsweise in den soeben genannten Arbeiten über *Gryllus domesticus* und *Apis* vorliegen. In dieser Richtung dürfte zunächst die Notwendigkeit einer gründlichen Durcharbeitung der einzelnen Typen und Modelle — die eben genannten nicht ausgenommen — liegen.

e) Untersuchungen physiologischer Art, welche seinerzeit von MAREY begonnen und in umfangreichem Maße durchgeführt wurden,

¹⁾ FR. VOSS 1904/05, 1912: Über den Thorax von *Gryllus domesticus*, I.—V. Teil. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 78 u. 95. — FR. VOSS 1911: Morphologisches und Kinematisches vom Ende des Embryonalstadiums der Geradflügler in: „Verhandlungen der Deutschen Zoolog. Gesellschaft zu Basel“.

²⁾ A. BERLESE 1909: Gli Insetti, Vol. I, Kap. VIII, S. 395 ff.

und wie sie noch neuerdings im Institut Marey in Boulogne sur Seine ausgeführt werden.

f) Mit Nachdruck muß auch die Bearbeitung der aerodynamischen Seite des Problems gefordert werden, welche auf dem Wege des Versuchs und der Berechnung den mechanischen und dynamischen Qualitäten der tierischen Flächen nachgehen soll.

Es würde sich hierbei um Modellversuche handeln, welche durch die neuerdings geschaffenen Modellversuchsanstalten ermöglicht sind; ferner z. B. um Überlegungen solcher Art, wie sie neuerdings E. ABRAMOWSKY¹⁾ über die aerodynamische Drucklinie im Insektenflügel angestellt hat; ohne allerdings vorerst zu genügend sichergestellten und ausreichend begründeten Ergebnissen gelangt zu sein.

Bei der Zusammenfassung aller genannten Gesichtspunkte liegt jedoch vor allem die Notwendigkeit einer einheitlichen Begriffsbildung, neuer Definitionen, der Schaffung einer einheitlichen Nomenklatur vor.

Vergleichende Betrachtungen über die tierischen Flugwerkzeuge.

Von jenen drei Faktoren des Fluges, welche als Energiequellen für die Flugbewegung dem fliegenden Tier zur Verfügung stehen, wird von den Vögeln wie von den Insekten die motorische Kraft des Flugapparates in hervorragendem Maße benutzt. Demgegenüber treten die bei Vögeln erheblicher wirksamen beiden anderen Faktoren bei den Insekten infolge ihrer geringen Masse in den Hintergrund, die Schwerkraft (Erdkraft) wird bei ihnen wenig, die lebendige Kraft des Windes (Luftkraft, Segelflug) fast gar nicht benutzt.

Bei der speziellen Betrachtung des erstgenannten Faktors läßt sich folgendes sagen: Wir unterscheiden ein aerodynamisches Problem, ein mechanisch-technisches Problem, sodann die Kraftquelle als energetisches Moment.

Bei der Behandlung des aerodynamischen Problemes im engeren Sinne kommt es auf die Analyse der Flächenform an nach der prinzipiellen Seite, Geometrie der Fläche, und nach der konstruktiven Seite, Materialfrage, anatomische Konstruktion. Sodann müssen hier die Schwerpunktsfragen u. a. behandelt werden.

¹⁾ Die dynamische Drucklinie am Insekten- und Vogelflug. Bericht f. d. k. Akademie d. Wissenschaft Stockholm; Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift 1913, Jahrg. 17, Nr. 4.

Das mechanisch-technische Problem handelt von der Konstruktion des Bewegungsmechanismus, des motorischen Teiles der Maschine, und betrachtet zunächst die Gelenkkonstruktion hinsichtlich ihrer prinzipiellen und konstruktiven Seite mit der Förderung des funktionellen Verständnisses für dieselbe; damit im Zusammenhang sodann die Beziehung zur Muskulatur und die Verteilung derselben. Hier kommt es schließlich darauf an, den Gesamtapparat nach seinem allgemeinen kinematischen Verhalten zu verstehen, die allgemeine Kinematik des Thorax überhaupt, den Ausdruck derselben im Verhalten des Exo- und Endoskeletts.

Die Kraftquelle, beim Tierflug ein vitales Element, bedeutet ein physiologisches, speziell physiodynamisches Problem. Sie erfordert ein Studium der anatomischen Grundlagen, auf welchen sich die energetischen Leistungen der lebenden Muskel- und Nervensubstanz vollziehen, und der verschiedenartigen Äußerungen derselben je nach den Bedingungen verschiedener Beanspruchung, z. B. der Belastung, Luftströmung, nicht zuletzt der Psychologie des Fluges.

Es sollen an dieser Stelle die nur z. T. berechtigten Gründe nicht untersucht werden, welche zu der bisherigen Überschätzung der Bedeutung des Flugapparates der Vögel für praktische Zwecke gegenüber dem der Insekten geführt haben. Unberechtigt ist es jedenfalls, sich mit Schlußfolgerungen zu begnügen, welche auf einer mangelhaften Klarlegung der bereits vorhandenen Grundlage und auf einer mangelnden Perspektive für die Zukunft beruhen.

Bei einem Vergleich der Flugwerkzeuge der Vögel mit dem der Insekten läßt sich wie gesagt eine Übereinstimmung der fundamentalen funktionellen Tatsachen und Begriffe feststellen. Im einzelnen mögen von diesen die folgenden genannt sein:

Die allgemeine Geometrie der Flugflächen und die prinzipielle Zusammensetzung der letzteren aus einzelnen Bausteinen, welche das Prinzip des Zweifächensystems „dièdre“ vorführen. Es wird ein großes „dièdre“ von einem System kleinerer unterschieden, welches letztere bei den Insekten im Faltensystem des Flügels, einer kontinuierlich zusammenhängenden Fläche gegeben ist, bei den Vögeln in den isolierten Federn wiederkehrt.

Die Unterscheidung von Regionen führt in beiden Fällen zu gleichbedeutenden Analogien: das Kostalfeld (f_1) der Insekten ist in seiner Bedeutung als vorwiegend terminal wirkende propulsive Schlagfläche und als in hohem Maße aktiver Teil den Handschwingen der Vögel gleichzusetzen. Das Analfeld in seiner vorwiegenden Bedeutung der Gleit- bzw. Tragfläche (f_2) kehrt bei den Vögeln im

System der Armschwingen wieder. Die mit letzteren gegebene basale Schlagwirkung ist bei schlechten Fliegern erheblich, ist aber bei guten Fliegern allmählich auf eine mehr passive Rolle beschränkt¹⁾. Die Trennung beider Flächenarten, welche im Flügel der Insekten durch eine scharf ausgeprägte Depression der Flügeloberfläche im Bereiche der konkaven VIII. Ader, Subcubitus anatomisch konstant ausgeprägt ist, läßt sich auch im Vogelflügel begrifflich feststellen. Schließlich ist der 3. Flügelabschnitt der Anallobus fl_3 bei den Insekten dem Schulterfittich der Vögel auch hinsichtlich seiner geringen funktionellen Bewertung gleichzustellen.

Das System der „Schranke“ in AHLBORN's Sinne, welches sich schon in den Teilbezirken des Flügels (Feder- bzw. Faltensystem) feststellen läßt, zeigt sich im ganzen durch die funktionelle Gleichwertigkeit des Schränkfittichs (= Daumenflügels) der Vögel mit der mittleren bis basalen Pronation des Kostalfeldes der Insekten dargestellt.

Die Elastizität des Materials an sich und in der Anordnung der Zweifächensysteme, der Bau und die Biegung der Flügelrippen bzw. Federschäfte, die konstante, d. h. anatomisch gegebene Torsion des Ganzen und der Teile sind in beiden Fällen einander durchaus entsprechende Dinge.

Die mit der Bewegung der Fläche gegebene veränderliche Torsion, welche u. a. zu der Erscheinung der Achtfigur im Flügelschlag führt, ist sowohl bei Vögeln wie bei Insekten ein Hauptcharakter der Flügelbewegung.

In allem zeigen sich die in beiden Gruppen der Schwingenflieger gleichartigen Äußerungen der aerodynamischen Bedingungen für bewegte Fläche und Widerstand in ihrem Verhältnis zueinander. Dies läßt den Versuch berechtigt erscheinen, die von AHLBORN aufgestellten vier Typen des Vogelfluges auch auf die Flugarten der Insekten zu übertragen.

Auf der anderen Seite wiederum sind die zwischen Vögeln und Insekten bestehenden mehr mechanisch funktionellen Verschiedenheiten der anatomischen Grundlage von Interesse und für eine Beurteilung ihrer Beziehungen zu den Bewegungsarten in beiden Gruppen bedeutsam.

Die stereotype (obligatorische) Bewegungsart der Insektenflügel tritt in auffälligen Gegensatz zur fakultativen Flügelhaltung und

¹⁾ Vgl. G. LILIENTHAL, Der geheimnisvolle Vorwärtzug. 1913. Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, Jahrg. IV, Heft 11.

zur Flügelbewegung bei Vögeln, welche sich höchst willkürlich und wechselnd gestalten kann.

Die gegenüber derjenigen der Vögel ganz anders geartete Bewegungsart der Insektenflügel, welche hinsichtlich der Frequenz als Schwirrflug eine höchst gesteigerte Flatterbewegung bedeutet, läßt sich eben aus der Notwendigkeit ihrer stereotypen Wiederkehr mit dem spezifischen Gelenkbau des Insektenflügels in Einklang bringen. Führt ferner einerseits der Mangel an Schwebevermögen bei den Insekten infolge des geringen absoluten Gewichts und infolge der mangelhaften Stabilisierung zugleich mit der Kleinheit der Flugflächen zu motorischen Höchstleistungen nach Kraft, Frequenz und Amplitude des Flügelschlages und zu äußerster Materialbeanspruchung, so bleibt dieser Schwirrflug der Insekten hinsichtlich des Flugbildes andererseits nicht ohne Berührungspunkte mit dem Flug bei Wirbeltierfliegern, wie z. B. die Fälle der Flatterbewegung mit geringer Frequenz bei einem Teil der Lepidopteren (Rhoploceren u. a.) zugleich mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Fähigkeit zum Gleitflug und die Fälle des Schwirrfluges mit gesteigerter Frequenz bei dem Kolibri im Vergleich mit dem Flugbilde der Sphingiden zeigen.

Innerhalb des soeben angedeuteten Rahmens allgemeiner Beziehungen mögen nun die hauptsächlichen Gesichtspunkte angeführt werden, welche insbesondere bei einem Studium des Insektenfluges auf dessen anatomischer Grundlage maßgebend sind.

Allgemeine Betrachtungen über den Flugapparat der Insekten.

Die Insekten zeigen als Schwingenflieger die Einheit von Propeller und Tragfläche. Abweichungen von diesem Grundsatz sind bei Coleopteren bis zu einem gewissen Grade angestrebt.

Bei dem Versuche einer aerodynamischen Definition in aerodynamisch-mechanischem Sinne mag ein durch AHLBORN bei dem Studium der Vögel hervorgehobenes Moment hier für die Insekten besonders betont werden:

Kleinflügelige Tiere mit hoher Spannungszahl und großer Frequenz der Flügelschläge, selbst bei hoher Fluggeschwindigkeit.

Als motorische Besonderheit muß die auf der exoskelettalen Natur des Flügelgelenks der Insekten beruhende Zwangsläufigkeit der Scharniergelenke betont werden. Dieselbe bedeutet, daß ein Teilmechanismus bzw. die mit ihm verknüpfte Teilbewegung *b* nicht eintreten kann, bevor die Funktion des Teilmechanismus *a*

vorausgegangen ist; sie gestattet also eine Ablesbarkeit der Teilmechanismen in ihrer gegenseitig sich bedingenden Aufeinanderfolge an den Einzelheiten des Skeletts. Dieses Prinzip, welches bei niederen Flugtypen im höchsten Maße ausgeprägt ist, erleidet bei den höheren Typen das Prinzip selbst nicht einschränkende Veränderungen bzw. Vereinfachungen. Die bei niederen Typen gegebene morphologische Grundlage enthält eine Summe vielfacher und vielseitiger Einheiten bzw. Teilmechanismen, an welche die Ausgestaltung der höheren Typen gemäß der aerodynamisch-mechanischen Beanspruchung elektiv anknüpft. Niemals werden dabei die einheitlich bleibenden allgemeinen Grundzüge der Organisation und des Mechanismus verwischt, wie man es vielfach annehmen zu müssen geglaubt hat. Aufgabe der speziellsten vergleichend-anatomischen Methodik ist es, dies zu zeigen, nicht minder auch, wie sich bis in die kleinsten Einzelheiten hinein bei mannigfachen Abänderungen aus dem Widerspiel zäh festgehaltener morphologischer Gestaltung der Teile mit den Anforderungen spezieller kinematischer Vorgänge ein Rückschluß auf die funktionellen Besonderheiten der Teile machen läßt:

Die Übereinstimmungen (Kongruenzen) erscheinen als Konvergenzerscheinungen auf dem Boden der einheitlichen aerodynamischen und motorischen Grundlage, die Verschiedenheiten in den Abweichungen der einzelnen Typen bzw. Modelle.

Es ergibt sich also für die Betrachtung der verschiedenartigen Flugapparate der Insekten eine Stufenfolge von niederen Organisationen aus:

a) Niedere Typen.

Der morphologische Charakter liegt in der Komplikation der Einzelmechanismen, wie sie im Skelett und in der Muskulatur veranschaulicht wird. Er gestattet aber anderseits eine Durchsichtigkeit der Mechanismen etwa zu Zwecken der Rekonstruktion.

Als weitere Eigentümlichkeiten mögen u. a. ein gewisser Mangel an Massenkonzentration, die relativ geringe Flügelbespannung, die vergleichsweise geringe Frequenz und Amplitude des Flügelschlages, die relativ zur Fläche große Last hervorgehoben werden.

Die im Vergleich zu den höheren Typen im allgemeinen erheblichere absolute Größe der Flächen in ihrer Beziehung zur geringen Frequenz und Amplitude läßt die Wirkung der Fläche als Trag- und Gleitfläche mit besonderer Ausbildung des proximalen

basalen Teiles vorherrschen, und der ganze Apparat nimmt als ein System bewegter Gleitflächen die niedere Stufe des Motorgleitfliegers ein.

Von dieser Stufe aus ergeben sich zwei Wege:

b) Höhere Typen.

Der morphologische Charakter der mit diesen hervorgebrachten Flugwerkzeuge lautet: Vereinfachung der Gelenke und der Muskulatur. Dieselbe hat eine Vereinfachung, aber auch eine geringere Durchsichtigkeit der Mechanismen zur Folge. Jede dieser beiden speziellen Richtungen nimmt je für sich Teilmechanismen auf, welche in der allgemeinen morphologischen Grundlage des niederen Typs nebeneinander lagen, und gestaltet sie in einseitiger Richtung aus.

Es war bisher üblich, alle Erscheinungen des Insektenfluges mit der Unterscheidung direkter und indirekter Flügelbewegung in zwei Schemata zu pressen. Daß eine solche unvermittelte Gegenüberstellung das Wesen der Sache nicht erschöpfend trifft, sondern daß sie nur teilweise, und auch dann nur mit gewissen Einschränkungen Gültigkeit hat, zeigen das Verhalten der Geradflügler, bei welchen beide Mechanismen gleichwertig nebeneinander gehen, das Verhalten der Biene, bei welcher sich u. a. ein großer direkt wirkender Muskel vorne am Kostalgelenk (vgl. Fig. 4, bei ms 1 dessen Sehne) am Flügelschlag beteiligt, das Verhalten schließlich der Libellen, bei denen zum Teil der dorsale indirekte Flügelsenker nicht fehlt und bei denen die mediale Dorsoventralmuskulatur morphologisch den indirekt wirkenden Flügelhebern der übrigen Insekten entspricht.

Während nun die Libellen eine mit einem gewissen hohen Grade der Vervollkommenung verknüpfte spezielle Entwicklungsrichtung einhalten, welche an sich und auch in palaeontologischer Hinsicht von Interesse ist, bahnt sich in der großen Stufenfolge der Organisationsverhältnisse bei der Mehrzahl der übrigen Insekten von den Geradflüglern aus die Ausgestaltung des höchsten Typs der Flugwerkzeuge an, welcher bei den *Hymenoptera* und *Diptera* zur Vollendung kommt.

Der morphologische Charakter dieser höchsten Typen liegt außer den vorgenannten Merkmalen in der Vorherrschaft des indirekt wirkenden Flügelsenkers.

Als weitere Besonderheiten mögen genannt sein: hohe Massenkonzentration, große Flügelbespannung mit höchster Kraft, Frequenz und Amplitude des Flügelschlags, als deren Korrelat die geringe

absolute Flächengröße erscheint. Bei der Abnahme der absoluten Größenzahlen für Last und Flächeninhalt trifft im allgemeinen eine relativ geringere Flächenbelastung mit absoluter Gewichtsabnahme, d. h. Abnahme der Körpergröße zusammen, so daß also für die motorische Höchstleistung nicht etwa die Notwendigkeit des Ausgleichs einer erhöhten Belastung der Flächeneinheit, also verminderter Tragkraft der Fläche, geltend gemacht werden kann.

In noch keineswegs geklärtem Zusammenhange mit allen diesen Faktoren und unter vorherrschender Beteiligung des distalen terminalen Flügelabschnittes ergibt sich im „Schwirrflug“ eine hohe Stufe der Propellerwirkung; die nur auf sehr äußerlichen Analogien beruhende, bisher fälschlich angewandte Bezeichnung als „Schrauben“flug muß als unwissenschaftlich verworfen werden. Der Typ ist daher sinngemäß als „Schwirrfieger“ zu bezeichnen.

Daß unter allen angedeuteten Verhältnissen die einheitliche morphologische Grundlage auch in Einzelheiten als der Ausdruck der überall gleichartig wirksamen Hauptbedingungen des Fluges überall wiederkehrt, und daß in den Abweichungen der Detailkonstruktion unschwer die spezifischen Besonderheiten des Flugmechanismus sich verfolgen lassen, läßt sich — als Erweiterung und Vertiefung der bereits von AMANS (1885) gegebenen allgemeinen Übersicht — an einem bis in letzte Einzelheiten durchgeführten Vergleich des Flugapparates von *Apis* mit *Gryllus* zeigen.

Auf diesen beziehen sich die beigegebenen Figuren mit einer meinen früheren Publikationen entsprechenden gleichlautenden Bezeichnungsart.

Bei allen solchen Vergleichen ist eine strenge Beachtung der morphologischen Anforderungen an die topographische Ausgestaltung der Organisation gegenüber dem umgestaltenden Streben funktioneller Beanspruchung geboten. Eine allgemeine in der Längsrichtung des Körpers angestellte Betrachtung der Chitinbezirke des flügeltragenden Thorakalsegmentes und des Flügels, welche bei ausgebreitet gedachtem, horizontal vorgeführtem Flügel vorn beginnt und nach hinten fortschreitet, ergibt vier gesondert aufzufassende Bezirke:

a) Das Kostalfeld f_1 , mit den zugehörigen vorderen Bezirken des tergalen und pleuralen thorakalen Stammteiles und des Gelenkbereichs $ph_2(p h_1)$, t_1 , t_2 , a_1 , cg , ep , pl_1 .

b) Die Kinematische Linie der dem Konkavadersystem zugehörigen VIII-Ader, Subcubitus im Sinne REDTENBACHERS, welche als der Ausdruck wichtiger funktioneller und kinematischer Vorgänge und Beziehungen überall mit größter Zähigkeit festgehalten wird

und welche nicht nur dem Flügel, sondern auch dem gesamten angeschlossenen Thorax ein festes Gepräge gibt.

Dieser kinematischen Hauptzone der Flügelbewegung gehören spezielle Flügelgelenkteile b , a_2 , th , eine ausgeprägte tergale Depressionszone ed und die Pleuralleiste lp , pk der thorakalen Seitenwand an.

c) Das Analfeld fl_2 mit den zugehörigen hinteren Bezirken des tergalen und pleuralen Stammteiles des Thorax und des Gelenkbereichs t (scutellum) mit dt_1 , a_3 , ag , p_1 , p_2 , pl_2 .

d) Der Anallappen, Anallobus fl_3 , gelenklos mit schmalen, ihm angeschlossenen Zonen des hinteren Thorax verbunden, an sich ohne kinematische Besonderheiten; in einzelnen Fällen tritt der tergale Abschnitt durch eine besondere Ausprägung hervor. Der Gesamtbezirk führt als thorakaler Hinterrandsbezirk in die Intersegmentalhaut über, als deren bedeutsames tergales Teilstück allerdings das durch hervorragende kinematische Beziehungen ausgezeichnete hintere Phragma ph_2 (ph_3) in oft mächtiger Entwicklung vorherrscht. Funktionell gehört es aber dem an das Analfeld fl_2 angeschlossenen hinteren Tergalbezirk an.

II. In der Querrichtung des Körpers trifft man 6, begrifflich zunächst gesondert zu betrachtende Bezirke des Flugapparates an.

1. Die pleuralen-pleurotergalen Stammbezirke der thorakalen Seitenwand, das Episternum pl_1 , die Pleuralleiste lp , das Epimeron pl_2 .

2. Den pleurotergalen, nicht als Duplikatur auftretenden Gelenkbezirk der thorakalen Seitenwand, das Episternalgelenk ep , den Pleuralgelenkkopf pk , die vordere und hintere Epimeralgelenkplatte p_1 , p_2 .

3. Die Gelenkzone der Flügelduplikatur. Das Kostalgelenk cg , das Mittelgelenkstück b , das Analgelenk ag . Die Gelenke treten demgemäß als Duplikaturen auf.

4. Die Flächenzone der Flügelduplikatur. Kostalfeld fl_1 , das Gebiet der VIII-Ader, Analfeld fl_2 , Anallobus fl_3 .

5. Den tergalen, nicht als Duplikatur auftretenden Gelenkbezirk der Rückenplatte, die isolierten Tergalgelenkplatten a_1 , a_2 , a_3 vordere, mittlere, hintere.

6. Den tergalen Stammteil des Thorax mit seinem speziellen kinematisch begründeten Relief und seinen seitenrandständigen, kontinuierlich angeschlossenen Gelenkvorsprüngen; im einzelnen: Scutum t_1 , Scutellum t , Praescutum t_2 (vorderer Scutalhaken), Postscutum tp , Tergalhebel th (hinterer Scutalhaken), der Vorsprung der

seitlich-tergalen Depression bei dt_1 , des Scutellum (Scutellarfortsatz), der Vorsprung, auf welchen sich die hintere Tergalgelenkplatte a_3 stützt, die Depressionszone bei dt_1 und in ed . Schließlich die beiden Phragmen $ph_1(2)$ und $ph_2(3)$. Daneben kommen noch weitere untergeordnete Teilmechanismen in Betracht, denen wir hier nicht weiter nachgehen.

Diesen Unterscheidungen läßt sich auch die Muskulatur in einer durch ihre Natur beschränkten Weise zuordnen.

Das sind also zunächst theoretisch 24, im Bauplan des Skeletts gegebene Einzelfaktoren, von denen praktisch nur 20 in Betracht kommen. Dieselben haben als morphologisch begründete, prinzipielle funktionelle Grundelemente für den Aufbau eines Flugapparates der Insekten zu gelten, von deren Unterscheidung in jedem Einzelfalle zunächst ausgegangen werden muß. Unter den verschiedenartigsten Spezialfällen ist in jedem Einzelfall nachzuforschen, ob sämtliche Teilmechanismen vorhanden sind; sollte dies mehr oder weniger nicht der Fall sein, so liegt die Notwendigkeit vor, den einzelnen Teilausfall oder die Umänderung des jeweilig gegebenen Einzelmoments funktionell zu begründen. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über diese 20 (24) in Betracht zu ziehenden Einzelfaktoren der Flugerscheinungen, die motorischen (Gelenke) bzw. aerodynamischen (Flugfläche) Teilmechanismen, über deren Verhalten zueinander, über deren Aufeinanderfolge in der Gesamtheit des Flugbildes Rechenschaft abzulegen ist.

		II quer					
		1	2	3	4	5	6
I längs	a	pl_1	ep	$\overset{cg}{(I + III)}$	fl_1	a_1	$\overset{t_1}{ph_1(2)} \text{ u. } t_2$
	b	lp	pk	b	VIII Subcubitus	a_2	$th + (ed)$
	c	pl_2	$p_1 + p_2$	ag	fl_2	a_3	$t + dt_1$ (scutellum)
	d	Intersegmentalhaut			fl_3	gelenklos	tp mit $ph_2(3)$

Tabelle für die kinematischen Grundelemente, die hauptsächlichsten Teilmechanismen in den Flugwerkzeugen der Insekten.

Die unter Ia—c genannten Elemente sind die wichtigsten; sie müssen sich überall nachweisen lassen, bzw. wenn Vereinfachungen durch den Zusammenschluß einzelner Teilelemente vorliegen, prinzipiell

verfolgen und in ihrem veränderten Verhalten begründen lassen. Die an den Anallobus \mathcal{A}_3 angeschlossenen Elemente können mit Ausnahme des 6. (vgl. oben S. 129) vernachlässigt werden, da sie für das Wesen des Fluges nicht von Bedeutung sind und als Restbestände ehemaliger, am Thorax gelenklos ansetzender, aktiv nicht beweglicher Gleitflächen einen Hinweis darauf enthalten, welche Wege die phylogenetische Entwicklung gegangen sein mag.

Gelangt man in solcher Weise zu einem Vergleich der Typen und Modelle untereinander, so haben dabei hinsichtlich des Chitinskeletts folgende Gesichtspunkte zu gelten: Die morphologische Konstanz der Chitinteile ist unter veränderten funktionellen Bedingungen sehr gering. Man kann daher in kinematisch veränderten Bezirken eine Wiederkehr bestimmter Chitinteile an sich überhaupt und nach ihrer speziellen Form nicht ohne weiteres erwarten. Ein Beispiel dafür bietet der Flugapparat der Libellen. Dagegen zeigt es sich, daß bei homologen Funktionen in weitgehendem Maße die Homologie der chitinösen Einzelelemente gewahrt bleibt, wenn auch nach Maßgabe der funktionellen Energie und Richtung derselben in der speziellen Ausmodellierung der Teile beträchtliche Abweichungen festgestellt werden müssen.

Dies soll in folgendem gezeigt werden. Das Chitinskelett ist eben eine Folgeerscheinung unmittelbarer Muskelwirkung und mittelbar ihm durch solche übertragener kinematischer Beziehungen¹⁾; es muß daher nach diesen beurteilt werden. Dementsprechend finden bei erhöhter Leistungsfähigkeit der Flugwerkzeuge folgende allgemeine Veränderungen im Exoskelett statt: Änderungen nach Maßgabe der Konzentration des Schwerpunktes und der des motorischen Effektes; stärkere Chitinisierung im allgemeinen Aufbau des Thorax, insbesondere aber in solchen Bezirken, welche speziell in erhöhtem Maße mechanisch beansprucht sind. Im Endoskelett treten nach gleichen Bedingungen weitgehende innere Verwachsungen der Segmente, Ausbildung starker Leisten und Vorsprünge, besonders der Phragmen, ferner der dem Muskelansatz dienenden Chitinsehnen und der Ligamente auf. Die Muskulatur als bedingender Ausgangspunkt solcher vergleichender Betrachtungen soll in vorliegendem Zusammenhange, welcher es mit den Endprozessen der Muskelwirkung zu tun hat, vernachlässigt werden; sie gilt natürlich als gleichlautende Voraussetzung.

¹⁾ Vgl. die bereits von mir in den „Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft“ zu Basel 1911 l. c. aufgestellten Grundsätze.

Nun zeigt es sich, daß die allgemeinen funktionellen Vorbedingungen bei den verschiedenen Typen gleichartig — wenn auch im einzelnen verändert — wiederkehren und daß dementsprechend auch die Bezirke des Flügels und die einzelnen Teile der Gelenkkonstruktion im allgemeinen übereinstimmen. Wir betrachten dies an einem Vergleich der Flugwerkzeuge der Typen, dem der Grille und dem der Biene.

Spezieller Vergleich zweier Typen.

[Typ I *Gryllus domesticus (campestris)* und Typ II *Apis mellifica*.]

Der nachfolgende Vergleich ist allgemein gehalten; er bezieht sich durchaus auf die beigegebenen Abbildungen, welche bei der dem Vortrag nebenhergehenden Demonstration durch besondere schematische Darstellungen erläutert waren. Die Abbildungen stellen die bei *Apis* einerseits, bei *Gryllus domesticus* und *campestris* anderseits gegebenen Verhältnisse dar. Obwohl der Vergleich speziell von zwei flugfähigen Tieren handelt (*Apis* und *Gryllus domesticus*), so wurde die bildliche Darstellung des zerlegten Gelenkbezirkes der flugunfähigen *Gryllus campestris* (Fig. 2) gegeben, da dort die in natürlicher Färbung dunkel schwarzbraunen Gelenkteile ohne besondere Färbemittel scharf hervortreten und sich für die photographische Aufnahme besser eignen, als die schwach gelblichbraunen von *Gr. domesticus*. Der Flugapparat ist zwar rückgebildet, was sich in der Reduktion der Phragmen und in veränderten Proportionen der einzelnen Teile zeigt. Die Veränderungen sind aber nur quantitative und geben, da sie die prinzipielle Grundlage nicht berühren, zu Bedenken für die Vergleichung keinen Anlaß.

Bereits der Vergleich des Gesamtbildes der Typen läßt eine allgemeine Ähnlichkeit der beiden Flugapparate auffallen. Insbesondere erscheint die Übereinstimmung der Gesamtkonfiguration bei einem Vergleich des Elytron der Grille mit dem Vorderflügel der Biene infolge der bei ersterem vorliegenden Rückbildungen bzw. Konzentration des Gelenks gesteigert (vgl. hierzu Voss 1904 l. c. Tafel XVI, Fig. 11 mit STELLWAAG 1910 l. c. Tafel XX, Fig. 16).

Unterschiede im Bau des Thorax ergeben sich nach den vorangestellten Gesichtspunkten zwischen beiden Typen bei der Biene in der massigeren Entfaltung des Chitinskeletts als Begleiterscheinung der sehr erhöhten mechanischen Beanspruchung. Insbesondere das scharf und federnd beweglich gegen den vorderen Teil der Rückenplatte, das Scutum t_1 , abgesetzte Scutellum, t , zeichnet sich mitsamt

dem enorm entfalteten hinteren Phragma ph_2 (vgl. mit ph_3 bei *Gryllus*) durch seine kräftige Entwicklung bei der Biene aus, und beide Teile sind stark gewölbt.

Der ventrale und seitliche Thorax ist bei der Biene ein festverbundenes Ganze, während bei *Gryllus* die freie Beweglichkeit intersegmentaler Verbindung tv vorherrscht (vgl. l. c. 1912, S. 592). Die verschiedenen Gruppen der einzelnen Gelenkteile und Flügelbezirke lassen sich nun leicht unter Benutzung der auf S. 130 gegebenen Tabelle nach den vorangestellten Grundsätzen in Übereinstimmung bringen. Folgendes mag ganz besonders hervorgehoben sein.

Im tergalen Thorax ist der Gegensatz des auf das Kostalgelenk a_1 , cg bezüglichen skutalen Teiles t_1 , zu dem auf das Analgelenk a_3 bzw. ag bezogenen skutellaren Teiles t bei der Biene scharf ausgeprägt. Die bei *Gryllus* durch eine endotergale Leiste ed angedeutete und in der seitlichen Depressionszone zu dt_1 fortgeführte Unterscheidung ist bei *Apis* durch einen scharfen tergalen Einschnitt und eine seitliche, nur membranöse Trennungszone vollendet. Dies erlaubt bei der Biene die in der Präparation (vgl. Abb. 4) durchgeführte Abtrennung beider Bezirke voneinander. Beide tergalen Bezirke wirken bei *Gryllus* zwar je für sich auf die angeschlossenen Bezirke des Flügels cg , fl_1 bzw. ag , fl_2 ein, nicht aber ohne Vermittlung des zwischengestellten Mittelgelenkstückes b über a_2 . Bei der Biene erfolgt die Übertragung der durch den tergalen Thorax gegebenen Funktionen von beiden Bezirken (t_1 und t) aus ausschließlich über den entsprechenden Teil, den Wurzelstift $a_2 + b + a_1$; dies bedeutet eine Konzentration der vergleichsweise enorm erhöhten motorischen Energie auf einen Punkt, von welchem aus sich die Einzelfunktionen wieder auf die beiden Flügelbezirke verteilen.

Aus allem dem geht die hohe Bedeutung des Skutellarmechanismus bei der Biene hervor, zumal demselben die gleichzeitige Mitbewegung des ganzen Hinterflügels sekundär übertragen ist (vgl. die Flügelhaken bei der Biene). Der Skutellarfortsatz dt_1 verbindet sich bei der Biene an gleicher Stelle mit dem Wurzelstift b , an welcher bei der Grille der entsprechende seitliche Fortsatz des Tergits mit der mittleren Tergalgelenkplatte a_2 zusammen trifft (Ligament). Diese, die vordere Tergalgelenkplatte a_1 , nebst dem Mittelgelenkstück b bei der Grille sind gleichbedeutend, d. h. homolog dem Wurzelstift der Biene. Die Übereinstimmung zwischen beiden geht so weit, daß im Wurzelstift der Biene nicht nur die nach vorn angeschlossene, zum Kostalgelenk cg überleitende vordere

Tergalplatte a_1 der Grille wiederkehrt, sondern im Stiftfortsatz der Biene auch der zum Skutum (t_1) in charakteristischer Weise bezugnehmende seitliche Fortsatz von a_2 . Letzterer wird bei *Gryllus* von 3 tergalen Vorsprüngen umschlossen: Zwei derselben geben am vorderen bzw. hinteren Ende der mittleren Tergalgelenkplatte a_2 von unten her 2 Unterstützungspunkte ab, und zwar ruht die Platte hinten auf dem soeben besprochenen Skutellarfortsatz dt_1 , vorn auf einem präskutalen Vorsprung t_2 (vorderer Skutalhaken der Biene), welcher als Endpunkt einer seitlich tergalen Vorderrandsdepression erscheint. Der dritte Vorsprung, der Tergalhebel th (hinterer Skutalhaken der Biene), greift derart über den Fortsatz von a_2 (Stiftfortsatz der Biene), daß sich die mittlere Tergalgelenkplatte a_2 mitsamt dem angeschlossenen Mittelgelenkstück b bei einem Druck von oben in einer Art Schaukelbewegung in ihren beiden Unterstützungspunkten t_2 und dt_1 dreht und am Außenrande (Flügelhebung) gehoben wird.

Bei der Biene erkennt man, daß das entsprechende Gelenkstück, der Wurzelstift ($b + a_1, a_2$), wie er hinten auf dem Skutellarfortsatz (dt_1) ruht, vorn in ähnlicher und homologer Weise von den beiden Skutalhaken umgriffen wird, deren unterer vorderer t_2 , gleichfalls am Ende einer präskutalen Seitendepression, dem oberen th , dem Tergalhebel bei *Gryllus*, gegenübersteht. Dieser Mechanismus spielt sich in beiden Fällen innerhalb einer tergalen Gelenkbucht (th , 1904. *Gryllus l. c.*) ab. Die Gesamterscheinung der verglichenen Bezirke beider Typen läßt bei der Biene zweierlei deutlich hervortreten: Einmal die Konzentration des bei *Gryllus* auf eine langgestreckte tergale Seitenrandlinie verteilten Gelenkbezirks, sodann die Massenentwicklung des tergalen Thorax gegenüber diesem konzentrierten Flügelgelenk, in welcher sich leicht die Ansprüche der Energie und der Frequenz der Schlagwirkung veranschaulichen lassen.

Ein zweiter wichtiger Gesichtspunkt bei der allgemeineren vergleichenden Beurteilung des Gelenkmechanismus beider Typen knüpft an die Flugflächen selbst mit ihren Gelenken an. In beiden Fällen, bei der Biene noch mehr als bei der Grille, wird die Bewegung des Flügels von dem soeben betrachteten Mechanismus der Rückenplatte aus über das Mittelgelenkstück (Wurzelstift) b (mit angeschlossener mittlerer Tergalgelenkplatte a_2) hinaus eingeleitet.

Schon bei der Grille erfolgt durch geeignete Vorrichtungen die Übertragung der motorischen Energie auf diesem Wege zu einem großen Teile auf das Kostalgelenk cg des Kostalfeldes f_1 . In viel höherem Maße ist dies bei der Biene der Fall, bei welcher

der Antagonismus des Skutalmechanismus t_1 (Flügelhebung) mit dem Skutellarmechanismus t (Flügelsenkung) in höchstem Maße auf das Kostalfeld übergeleitet wird. Unter diesem Gesichtspunkte ist die Vorherrschaft der Mechanik des Kostalfeldes ein gegenüber der Grille hervorragend ausgeprägter Charakterzug des Bienenflügels, welcher durch viele Einzelheiten erläutert werden könnte; folgende seien hervorgehoben:

Neben der im Vergleich zum schmalen Analfeld f_2 des Bienenflügels distal sehr erheblichen Flächenentwicklung des Kostalfeldes f_1 (vgl. Fig. 3) tritt die Bedeutung desselben ganz besonders im Kostalgelenk selbst hervor. Dasselbe ist im Vergleich mit dem der Grille nicht nur räumlich sehr stark entwickelt und äußerst kräftig chitinisiert; entsprechend der bereits bei *Gryllus* gegebenen Zweiteilung gemäß der vereinigten Kostalader I und Radialader III, sodann entsprechend der bei der Biene hervorragenderen Beteiligung der VII. Ader, des Kubitus, ist es zudem in zahlreiche, zum Teil kompliziert gebaute Teilstücke differenziert (vgl. Fig. 4). Alle diese Stücke aber sind dem Wurzelstift b angeschlossen, was durchaus dem Verhalten des Kostalgelenks cg zu dem Mittelgelenkstück b bei *Gryllus* entspricht. Ein weiterer charakteristischer Umstand im Bienengelenke gegenüber dem der Grille ist die nach hinten übergeneigte Schräglage des Wurzelstiftes und die damit zum Ausdruck kommende besondere Beziehung des Skutellarmechanismus zum Kostalgelenk, deren Einzelheiten STELLWAAG geschildert hat. Eigentümlich ist hierbei die Tatsache, daß der hintere, d. h. skutellare Tergalbezirk die sogleich zu besprechende kinematische Hauptlinie der VIII. Ader kreuzt, um seine Kraft nicht auf den ihm morphologisch angeschlossenen hinteren, sondern auf einen vorderen Gelenkbezirk zu übertragen. In dieser besonderen Konzentration der Energiewirkung nach vorn auf das Kostalgelenk liegt eben das charakteristische Merkmal der indirekten Flugmechanik und der Unterschied des Typs derselben (Hymenopteren-typ) gegenüber den beiden anderen Typen (Orthopteren-typ und Libellentyp); die beiden letzteren mit zahlreicher oder vorherrschender Beteiligung von sog. direkt wirkenden Flugmuskeln, d. h. außerdem von Flugmuskeln, welche auch am äußeren Hebelarm des Flügels angreifen, während bei der Biene die Gelenkmechanismen sich auf den inneren, kurzen Hebelarm konzentrieren. Es mag aber besonders betont werden, daß ein kräftiger direkt wirkender Flugmuskel (Fig. 4 bei ms_1) an einem vorderen Teilstück des Kostalgelenkes cg angreift und hierdurch eine beträchtliche, noch nicht genügend

geklärte Mitwirkung direkter Flugmuskeln bei der Biene verrät. Dadurch wird die Schärfe des Unterschiedes zwischen direkter und indirekter Flugbewegung bei Insekten erheblich verwischt.

Die Bedeutung der bei der Grille so sehr vorherrschenden Analfeldmechanik μ_2 vermittelt des bei beiden Typen homolog auftretenden Analgelenks ag ist bei der Biene auf eine mehr passive Rolle eingeschränkt. Dem Verbleib der in dieser Beziehung bei *Gryllus* im Zusammenhang mit kräftigen direkten Muskeln auftretenden epimeralen Gelenkplatten p_1 und p_2 soll hier nicht nachgegangen werden, ebensowenig der Verwendung des mit ep im Episternalgelenk gegebenen Teilmechanismus.

Es bleibt zum Schluß noch übrig, auf die Bedeutung jener kinematischen Trennungszone hinzuweisen, welche an die VIII. Ader, den Subkubitus anknüpft. Ihre Bedeutung ist im Anschluß an die S. 128f. gegebene Charakterisierung ohne weiteres gegeben. Sie ist die Zone, auf welche sich die genannten Einzelmechanismen beziehen, durch welche sie morphologisch getrennt und in welcher sie wiederum kinematisch vereinigt werden. Sie macht das Wesen des Gegensatzes der im Zweiflächensystem des großen „dièdre“, der Schranke im Sinne AHLBORNS, zusammengetretenen ärodynamischen Grundfaktoren aus, aus deren mannigfaltigster Kombination, sei es im Einflächenpaar oder im Zweiflächenpaar, sich die verschiedenen zahlreichen Modelle und Typen des Insektenflügels ergeben. Infolgedessen kehrt sie überall konstant wieder, wie ein Vergleich der Fig. 2 mit 4 zeigt. Insbesondere bei *Gryllus* ist ihre funktionelle Bedeutung in der kräftigen Ausbildung der Pleuralleiste lp mit dem Pleuralgelenkkopf pk dargestellt, dem die sehr erhebliche Chitinisierung des artikulierenden Mittelgelenkstücks b entspricht. Bei der Biene geht dieser Bezirk ganz im endoskeletal versteiften, gewölbten oberen Grenzrand der thorakalen Seitenwand auf; er wurde in der Fig. 4 nicht besonders dargestellt. Aus allen diesen Einzelheiten lassen sich nunmehr die verschiedenartigen Teilfunktionen nach Stärke und Richtung ableiten. Das kann an dieser Stelle nicht näher ausgeführt werden. Es mag aber folgendes betont sein:

Bei der Grille ist im antagonistischen System des Tergalhebels th in seiner Bezugnahme auf die mittlere Gelenkzone (a_2 , b , pk) d. h. also im Skutalmechanismus ein vertikal wirkender, auf beide Flügelbezirke μ_1 und μ_2 annähernd gleichmäßig verteilter Bewegungsfaktor gegeben, welcher durch die Mitwirkung direkter Flugmuskeln verstärkt bzw. ergänzt wird; im Analfeld μ_2 sind solche die

direkten Flügelsenker [$ldvm_2$ (pm_6), pm_7], im Kostalfeld direkte Vorzieher [$ldvm_1$, $1a$, 3] des Flügels, letztere mit gewisser Beziehung zur Torsion des Flügels.

Bei der Biene bedeutet die Funktionseinheit des Skutalmechanismus einen Bewegungsfaktor auf das Kostalgelenk von oben und vorn her, bedeutet die Funktionseinheit des Skutellarmechanismus einen Bewegungsfaktor von unten und hinten her. Gegenüber der Grille mit ihrer vertikalen Tendenz in den Hauptfaktoren des Flügelschlages ergibt sich hieraus eine mehr horizontal gerichtete Gelenkverschiebung bei der Biene mit besonderer Übertragung eben auf das Kostalgelenk *cg*. Mit der spezifischen Schräglage des Wurzelstiftes ($b + a_2 + a_1$) kommt es dann auf Grund eines vereinfachten Gesamtmechanismus zu jener ausgeprägten Pronation und Supination des Kostalfeldes bei der Biene, welche im tordierten Flügelschlag die vom Gesamtflugbild bekannte 8-Figur zur Anschauung bringt. Es erhellt aus diesen Ableitungen die Art, in welcher die gegebenen Teilmechanismen des Flügelschlages in vereinfachte, aber deswegen nicht weniger stereotype und feste Bahnverhältnisse gelenkt werden, wie sie den erhöhten Ansprüchen der Funktion nach Frequenz, Amplitude und Kraft des Flügelschlages genügen.

Daß selbst das dem Gelenkbezirk der Grille vorgelagerte Hautpolster *hp* in der Tegula der Biene wiederkehrt, mag der Vollständigkeit halber erwähnt sein.

Vorstehende Ausführungen, welche keinen Anspruch auf eine erschöpfende Darstellung aller Einzelheiten und Beziehungen machen, müßten auf dem Wege der speziellen Vergleichung näher ausgeführt werden. Eine derart gegebene Erläuterung und Begründung der Vorgänge muß einer Analyse der Einzelmechanismen anheimgestellt bleiben, die ich mir für die Biene und Libelle vorbehalte.

Die Flugtypen der Insekten.

Die nachfolgende Zusammenstellung (vgl. auch l. c. 1904/05 Teil IV, S. 731) soll ein provisorisches Schema dafür abgeben, in welcher Weise sich die Flugwerkzeuge der Insekten nach den erörterten Gesichtspunkten schon heute etwa unterscheiden lassen. Die Tabelle gibt keine phylogenetische Anordnung. Die nachfolgenden Flugtypen und Modelle haben mit dem sog. Flugbilde, dem Habitus der Flugbewegung nichts zu tun; solche einzelnen Flugformen können innerhalb der verschiedenen Typen selbständig anknüpfen.

A. Flügellosigkeit: a) primäre, b) sekundäre.

B. Flugfähigkeit: Schwingenflug (Zooptère).

Urtyp des Flügels, hypothetisch.

- I. **Orthopterentyp**, Typus der Geradflügler (vgl. S. 126).
Kombination der Kostalfeldmechanik mit der Analfeldmechanik. Niederer Typ.

Vielheit der Einzelmechanismen, direkte und indirekte Flugmuskeln in gleichwertiger Beteiligung.

Vorherrschende Entwicklung des Analfeldes im Hinterflügel, bzw. des Hinterflügels selbst gegenüber dem Vorderflügel.

Flügelpaare mehr oder weniger kinematisch und anatomisch vereinigt.

Flatterflug: Geringere Schlagfrequenzen. Mehr oder weniger Gleitflieger mit Motor; sog. „Motor-Gleitflieger“.

Modelle:

1. **Modellgruppe:**

Orthoptera genuina, *Plecoptera*, *Embiidaria*, *Corrodentia*.

Besonderheiten: Zirpflügel.

Bei diesem Modell dürften die aerodynamischen und motorischen Verhältnisse im Bau der Fläche, Amplitude, Frequenz, Kraft, mechanische Beanspruchung des Gelenks, Durchsichtigkeit der Teilmechanismen, Gewicht u. a. für die technische Nachbildung noch am günstigsten liegen.

2. **Modellgruppe:**

Dermaptera (vgl. *Coleoptera* und *Strepsiptera*).

3. **Modellgruppe:**

Vorderflügel mehr oder weniger deckenartig.

Rhynchota (*Hemiptera*, *Homoptera*).

Coleoptera (sog. „Doppeldecker, Drachenflieger“).

Besonderheiten: Intraalare Charniergelenke, Flug der *Cetonia* mit in Ruhelage zusammengelegten Deckflügeln. *Trichopterygidae*, Anklang an die sog. „Haarflieger“ (vgl. IV. Haupttypus DINGLERS) bei Pflanzen. — Charakterisieren die „Schwebefauna der Luft“.

Anhang: *Strepsiptera*. Vgl. auch *Forficulidae*.

4. **Modellgruppe:**

a) $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Neuroptera} \\ \textit{Ephemeroidea} \text{ (z. T. Schwebefallflug).} \\ \textit{Trichoptera} \text{, Schwebefallflug bei den } \textit{Leptoceridae}. \end{array} \right.$
Flügelhaken, Clavus. Übergang zum Typ III.

b) *Rhynchota* (*Phytophthires*).

Ganz provisorisch. Innere Anatomie?!

c) Anhang: *Thysanoptera* (vgl. mit den *Trichopterygidae* und *Pterophoridae*) charakterisieren die „Schwebefauna der Luft“; vgl. den Haupttypus IV pflanzlicher Haarflieger DINGLERS.

II. **Odonatentyp**, Typus der Libellen (vgl. S. 127).

Flügeltyp der Adervermehrung (by addition COMSTOCK).

Rücktritt der Analfeldfunktion in der Flügelfläche, nicht im Gelenk.

Besondere Umgestaltungen im Gelenkbezirk, Vorherrschen direkt wirkender Flugmuskeln.

Flügelpaare: getrennt wirksam.

Flatterflug: geringe Schlagfrequenzen.

Doppelflatterflieger, sog. Doppel„schrauben“flieger, (der Begriff „Schraube“ ist unstatthaft).

Besonderheiten: Rüttelflug (Flatterschweben).

III. **Hymenopterentyp**, Typus der Hautflügler (vgl. S. 127).

Flügeltyp der Aderverminderung (by reduction COMSTOCK).

Rückbildung des Analfeldes oder des Hinterflügels in der Fläche und im Gelenk; Kostalfeldmechanik!

Vorherrschen der indirekten Flugmuskeln, mit beträchtlicher Nebenwirkung direkter Flugmuskeln.

Beide Flügelpaare als kinematische Einheit, oder Fehlen des hinteren Flügelpaares.

Schwirrflug: hohe Schlagfrequenzen.

Schwirrflieger, sog. einfacher „Schrauben“flieger (die Bezeichnung Schraube muß vermieden werden).

Modelle:

1. Modellgruppe:

Lepidoptera: Frequenz größer oder geringer. Discoidalzelle. Frenulum (Haftborste) oder Jugum. Wechselnde Flugformen.

a) *Pieridae*, (*Geometridae*?) u. a. Niedere Stufe: Flatterflug, geringe Frequenzen.

b) *Papilionidae* u. a. Ausgeprägte Fähigkeit zum Schwebeflug.

c) *Sphingidae* u. a. Schwirrflug, steigende Frequenzen, Hinterflügel! — Schwirrschweben, Rüttelflug bei *Sphingidae*, *Noctuidae* u. a.

Besonderheiten:

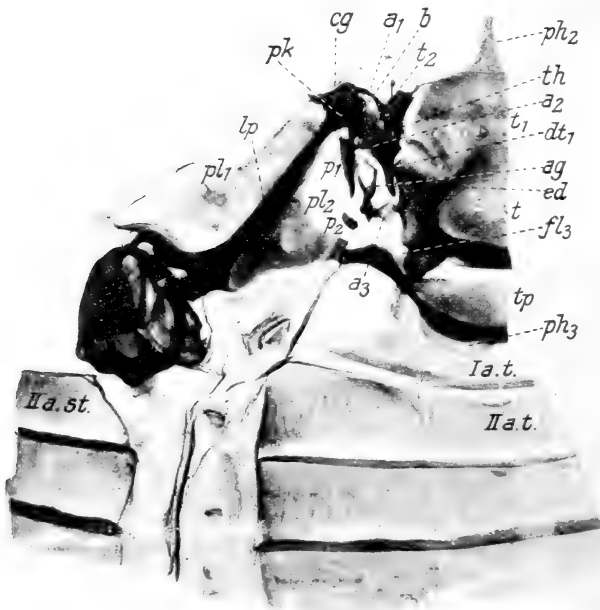
Pterophoridae, Analogie zu den Haarfliegern der vorigen Gruppen, aber wohl kaum im aerodynamischen Sinne. Schwebefallflug bei Langhornmotten (*Adela*, *Nemophora*, *Nemotois*).

2. Modellgruppe:

Hymenoptera: Steigende bis hohe Frequenzen, Flügelhaken, Flugform einheitlich: Schwirrflug. Vgl. den Rüttelflug (Schwirschweben) einzelner Formen.

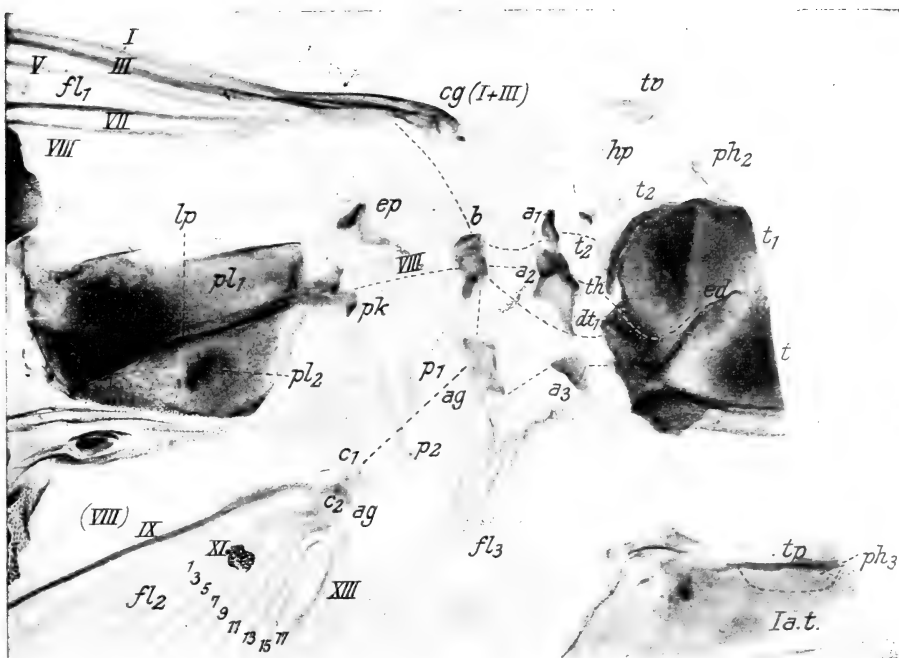
3. Modellgruppe:

Diptera: Höchste Frequenzen, Tragflächen nur Vorderflügel, Halteren-Steuerung. Einheitliche Flugform: Schwirrflug. Vgl. den Rüttelflug (Schwirschweben) bei *Bombylius*, *Syrphidae*, *Chironomidae* u. a. (Schwebefallflug?).



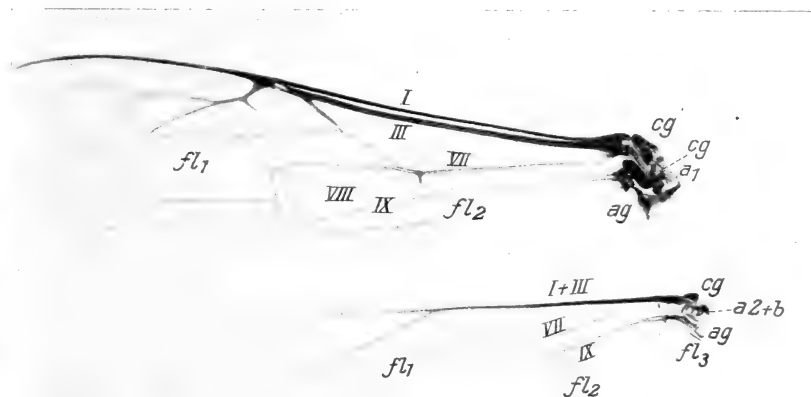
Figur 1.

Gryllus domesticus. Chitinskelett in der ventralen und dorsalen Medianlinie aufgeschnitten und ausgebreitet, linke Körperseite vom Metathorax bis zum 4. Hinterleibssegment. Der Gelenkbezirk in situ, der Flügel ist abgetrennt derart, daß seine basalen Gelenkteile *cg* Kostalgelenk, *b* Mittelgelenkstück, *ag* Analgelenk erhalten blieben. Das Phragma *ph₂* wurde eingezeichnet. Das Präparat ist künstlich gefärbt, infolgedessen die Einzelheiten scharf hervortreten; vgl. hierzu Voß, 1904/05, I. c. Tafel XV, Fig. 2, 3 u. 6.



Figur 2.

Gryllus campestris. Der Flügel mit seinen Gelenken und mit den Gelenkbezirken des Tergits und der thorakalen Seitenwand in seine Teilstücke zerlegt. Die Teile sind in solcher Weise angeordnet, daß die natürlichen Lagebeziehungen der Teile angedeutet sind; vgl. die Erklärung der Zeichen auf S. 128 f. Die Phragmen sind rückgebildet; die Lage des fehlenden Metaphragma ph_3 (vgl. *domesticus* in voriger Figur) ist angedeutet; vgl. hierzu Voß, l. c. 1904/05, Tafel XV, Fig. 3–9, Tafel XVI, Fig. 10 und Voß, l. c. 1912, Tafel XXVII und Tafel XXIX, Fig. 47 u. 48. Über die Linien vgl. Fig. 4.

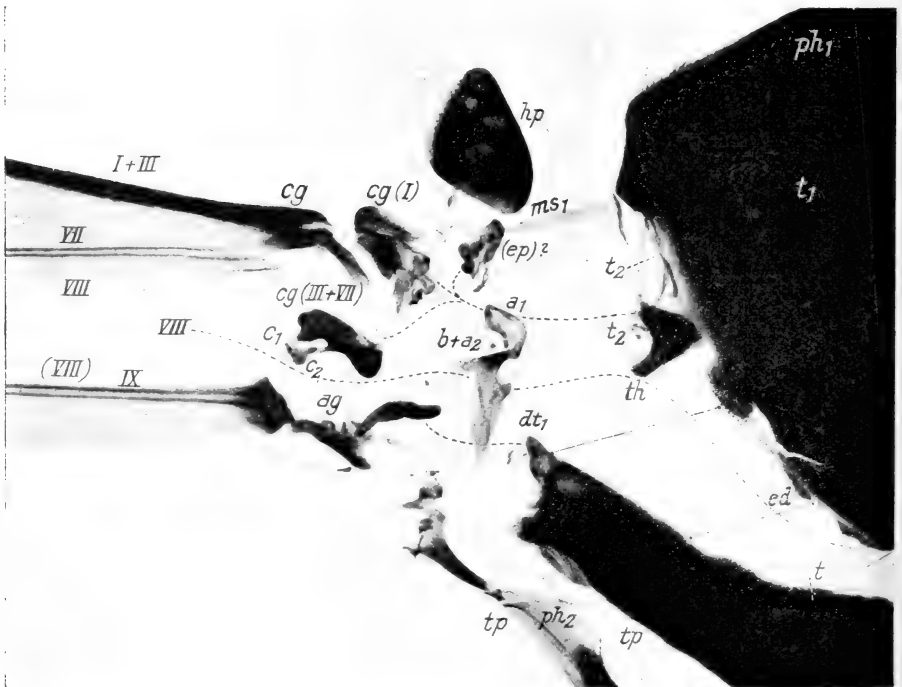


Figur 3.

Apis mellifica. Vorder- und Hinterflügel mit seinen Gelenken in situ, vgl. hierzu Stellwaag 1910, l. c. Tafel XX, Fig. 22 u. 24. Der Wurzelstift $a_2 + b + a_1$ ist im Vorderflügel nur durch sein Teilstück a_1 vertreten.

Die Begründung und nähere Ausführung dieses Schemas ist die Aufgabe zahlreicher Einzelarbeiten, welche die Zukunft zu liefern haben wird. Es ist hiermit die besondere Aufgabe gestellt, einen Ausbau des Gebietes nach der physiologischen Richtung hin anzustreben und die genannten Typen und Modelle in ihren aerodynamischen Beziehungen zu klären und zu fixieren.

Auf diesen Wegen können die Möglichkeiten nachgeprüft werden, welche in dem Formenreichtum der Insektenflugwerkzeuge verborgen ruhen, und es würden Lehren erhalten werden, welche der Technik zur Verbesserung ihrer Einrichtungen oder als Veranlassung zur Nachbildung tierischer Flugapparate nahegelegt werden können.



Figur 4.

Apis mellifica. Der Flügel mit seinen Gelenken und mit den Gelenkbezirken des Tergits und der thorakalen Seitenwand, zerlegt; vgl. mit Fig. 2. Die einzelnen Teilstücke sind in solcher Art geordnet, daß die natürlichen Lagebeziehungen der Teile gewahrt blieben. Die mittlere einfache Strichlinie VIII deutet wie in Fig. 2 die kinematische Hauptzone an, die übrigen Linien verbinden die Teile der Kostalgelenkzone bzw. der Analgelenkzone je für sich untereinander, über das Mittelgelenkstück *b* hinweg. Die Zeichen entsprechen denen bei *Gryllus*, vgl. Fig. 2 u. S. 128 f. Das mächtig entwickelte Mesophragma *ph*₂ ist nur an seinem lateralen Endteil sichtbar und kann im übrigen bei *Stellwaag*, l. c. 1910, Tafel XX, Fig. 12 verglichen werden. Im übrigen vgl. ebendort die Fig. 12, 13, 16, 17, 18 u. 24 auf Tafel XX. Der am Gelenkstück unmittelbar ansetzende Teil der Sehne *ms*₁ wurde etwas nachgezeichnet, da er im Präparat sehr blaß gefärbt ist.

Prof. WILHELM (Berlin):

**Instrumentarium zur Entnahme biologischer Wasserproben,
Planktonpumpen usw.
(Demonstration.)**

Vierte Sitzung.

Nachmittags 3—4 $\frac{1}{2}$ Uhr.

Prof. H. LOHMANN (Hamburg):

Über Coccolithophoriden.

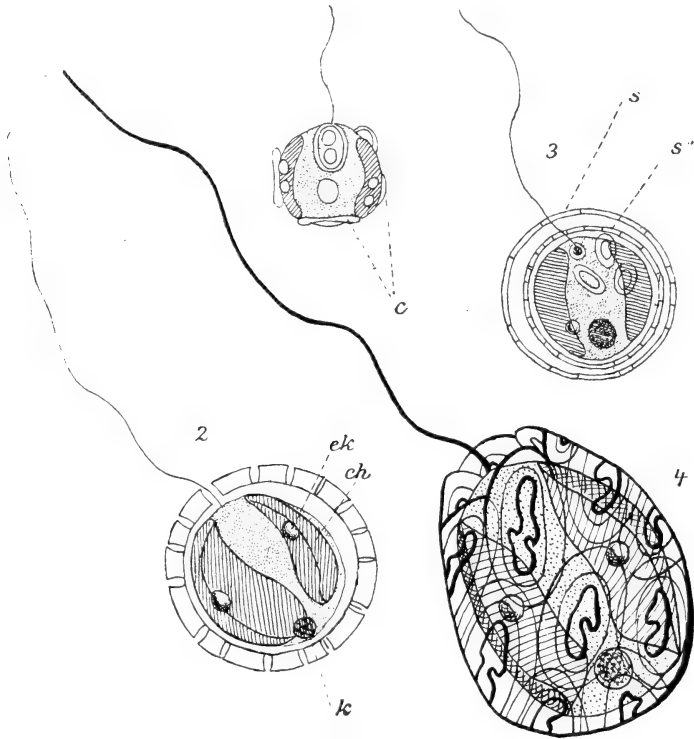
Zwei Erscheinungen sind es, die mich veranlassen, hier die Coccolithophoriden eingehender zu besprechen. Einmal stellt sich mit dem Fortgange der Untersuchungen immer mehr und mehr heraus, daß diese kleinen Flagellaten im Meere eine dominierende Rolle unter den produzierenden Organismen einnehmen. Im Plankton der Tropen machen sie die Hälfte aller Pflanzen aus und auch in den kühlen Meeresgebieten beläuft sich ihre Zahl noch immer auf ein Fünftel aller Produzenten. Nahm man ferner früher an, daß sie im polaren Wasser gänzlich fehlten, so hat vor einiger Zeit OSTENFELD¹⁾ nachgewiesen, daß eine *Pontosphaera* noch im kalten Ostgrönlandstrome zwischen 73 und 76 Grad nördlicher Breite in großer Menge lebend vorkommt. Ihre Häufigkeit ist ferner in der Flachsee gerade des kühlen Gebietes zuweilen eine ganz enorme. So fand ich selbst am Ausgange des Kieler Hafens in jedem Kubikzentimeter Wasser nicht weniger als 77 Zellen, und GRAN²⁾ konnte im Fjord von Christiania im Sommer 1911 sogar 5000 Zellen in der gleichen Wassermasse oder fünf Individuen in jedem Kubikmillimeter nachweisen. Das sind Zahlen, wie sie größer auch nur in ganz seltenen Fällen für die Diatomeen gefunden werden. Berücksichtigt man ferner, daß diese kleinen Organismen ihrer leichtlöslichen Kalkskelette wegen eine außerordentlich günstige Nahrung für viele Planktontiere bilden und der weitaus größte Teil der biogenen Meeressedimente aus ihren Skeletten sich aufbaut, so erhellt zur Genüge die außerordentlich

¹⁾ Marine Plankton from the East-Greenland Sea, 1 List of Diatoms and Flagellates by C. H. OSTENFELD, Danmark-Expeditionen til Grønlands Nordostkyst 1906—1908, B. III Nr. 11 p. 284/85. 1910.

²⁾ In: J. Murray and Joh. Hjort, The Depths of the Ocean, 1912.

wichtige Rolle, welche die Coccolithophoriden im Haushalte des Meeres spielen.

Hierzu kommt aber als weiterer Grund, daß die Coccolithophoriden systematisch dadurch eine sehr merkwürdige Stellung einnehmen, daß unter ihnen sowohl Formen vorkommen, die nur eine



Figur 1.

Coccolithophoriden mit 1 Geißel. 1. *Pontosphaera huxleyi*, junges Individuum, dessen Coccolithen noch unmittelbar der Zellmembran aufliegen; der Unterfläche der Discolithen (*c*) liegen je 2 stark lichtbrechende Körper an. (2000 mal.) — 2. *Pontosphaera haeckeli*, Schale im optischen Schnitt, aus becherförmigen Discolithen gebildet, *ch* Chromatophoren, *k* Kern, *ek* stark lichtbrechende, den Chromatophoren angelagerte Körper. (2000 mal.) — 3. *Pontosphaera inermis*, Individuum mit alter und neuer Schale, die Geißel durchsetzt beide Schalen (*s'* und *s''*). (2000 mal.) — 4. *Coccolithophora wallichii*, eiförmiges Individuum mit weiter Schalenmündung, die großen Trehmalithen sind in Spirallinien angeordnet. (2000 mal.)

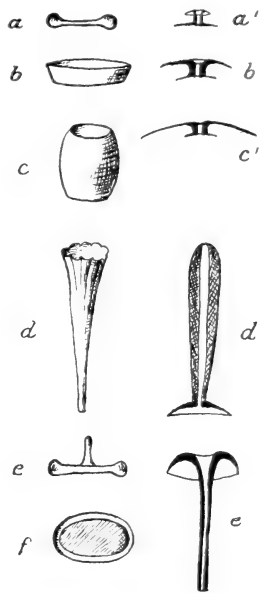
Geißel, wie andere Formen, welche zwei Geißeln besitzen. Nun hat aber SENN den Grundsatz aufgestellt, daß die verschiedenen Familien der Flagellaten sich nach der Zahl ihrer Geißeln konstant unterscheiden, und so meinen denn auch HARTMANN und SCHÜSSLER¹⁾

¹⁾ Handwörterbuch d. Naturwissenschaften, herausgegeben v. KORSCHULT, LINCK, OLTMANNS u. a. Liefg. 41 u. 42, Flagellata, p. 1179—1226.

in der neuesten Bearbeitung der Flagellaten im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, daß die Familie der Coccolithophoriden keine phylogenetisch einheitliche Gruppe, sondern nur eine durch Anpassung an die gleichen Existenzbedingungen aus verschiedenen Ursprüngen gebildete biologische Gruppe wäre. Man würde daher, ihrer Ansicht nach, wissenschaftlich am richtigsten verfahren, wenn man die Familie der Coccolithophoriden nach der Anzahl ihrer Geißeln in zwei Gruppen teilte. Diese Ansicht ist nach meinen Beobachtungen völlig unhaltbar, weil eine genaue Untersuchung des Aufbaus der Kalkschale auf das Unzweideutigste zeigt, daß die Familie sich zwar aus zwei natürlichen Unterfamilien zusammensetzt, diese aber völlig unabhängig von der Anzahl der Geißeln sich abgrenzen; nur in der einen Familie, die wir so dem Skelett nach unterscheiden müssen, finden sich einige wenige Arten, die von allen übrigen Coccolithophoriden dadurch abweichen, daß sie statt nur einer Geißel zwei gleich lange Geißeln, die von derselben Stelle des Zellkörpers entspringen, besitzen.

Um die Mannigfaltigkeit der Organisationsverhältnisse und die große Zahl interessanter Probleme, sowie endlich die Gestaltung eines natürlichen Systems der Coccolithophoriden Ihnen zu zeigen, will ich mich im folgenden im wesentlichen beschränken auf einzelne eigentümlich geformte Arten, deren Schale mit besonderen Schwebeapparaten versehen sind. Sehr bemerkenswerter Weise machen im Ozean diese hoch organisierten Formen kaum 4 %

der Volksstärke aller Coccolithophoriden aus, die man fängt, während die einfach gestalteten Arten, denen alle besonderen Schwebeapparate fehlen, fast $\frac{3}{4}$ der Gesamtzahl stellen. Im Kampfe ums Dasein sind also diese einfachen Formen jenen komplizierten Formen gegenüber durchaus im Vorteil; sie beherrschen die Flora des Meeres,

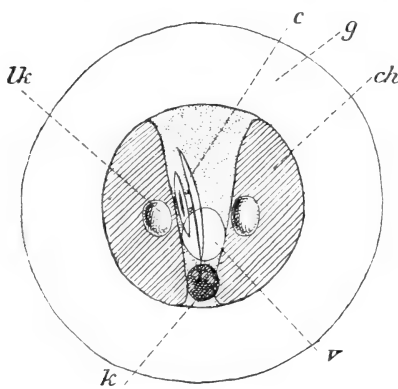


Figur 2.

Discolithen und Trehmalithen, schematisch, um die wesentlichsten Umbildungen beider Formen zu demonstrieren. a—f Discolithen, a'—e' Trehmalithen. a Discolith von *Pontosphaera huxleyi*, b von *Pontosphaera syracusana*, c von *Scyphosphaera apsteini*, d von *Thorosphaera elegans*, e von *Syracosphaera pulchra*, f Discolith von *Pontosphaera huxleyi* von der Fläche gesehen. — a' Trehmalith von *Umbilicosphaera mirabilis*, b' von *Coccolithophora pelagica*, c' von *Coccolithophora fragilis*, d' von *Rhabdosphaera claviger*, e' von *Discosphaera tubifer*.

während die anderen mit ihrer schwachen Volksstärke nur als seltene Arten erscheinen.

In Fig. 1 sind zunächst unter 2 und 4 *Pontosphaera haeckeli* (mit Discolithen) und *Coccolithophora wallichii* (mit Trehmalithen) abgebildet. Sie sehen eine kugelige resp. eiförmige Zelle, in der zwei Chromatophoren liegen. Jedem dieser diatomin-farbenen Chromatophoren liegt je ein Öltropfen an; zwischen den Chromatophoren liegt der Kern, und am vorderen Ende der Zelle entspringt die fadenförmige Geißel. Der Durchmesser der Zelle beträgt 13 resp. 20 μ . Auf der Oberfläche von 1 (*Pontosphaera huxleyi*) sehen Sie ferner die kleinen elliptischen Coccolithen. Dieselben haben die Gestalt einer einfachen Kalkscheibe, deren Rand aber wulstig verdickt ist. Ich werde sie Diskolithen nennen. Demgegenüber zeigt Ihnen *Coccolithophora wallichii* (4) große, ovale, von einer weiten, unregelmäßig gestalteten Pore durchbohrte Coccolithen, die mit ihren verdünnten Rändern sich gegenseitig dachziegelartig oder nach Art von Schuppen



Figur 3.

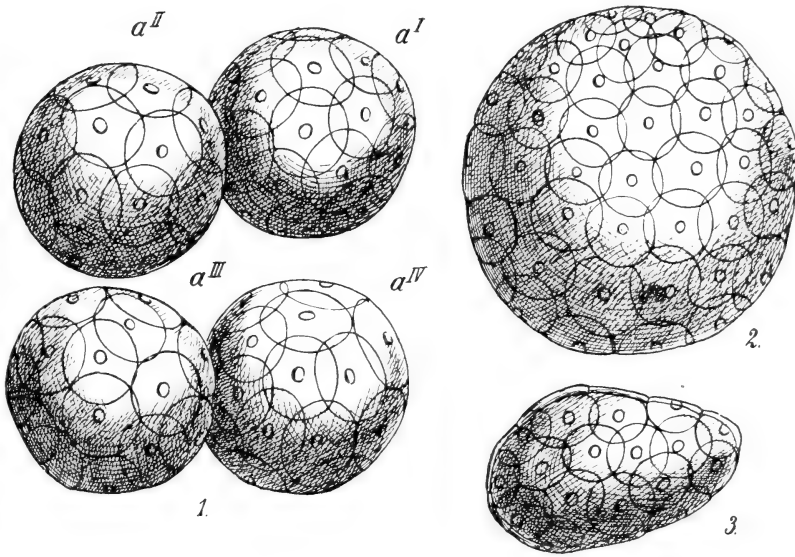
Coccolithophora leptopora. Zelle nach Auflösung der Coccolithen; g Gallerthülle, ch Chromatophoren, lk lichtbrechende Kugeln, die den Chromatophoren anliegen, k Kern, v Vakuole, c Coccolith, im Plasma neugebildet. (2000 mal.)

decken. Wenn Sie einen idealen Querschnitt, wie er in Fig. 2 unter b' dargestellt ist, betrachten, so sehen Sie, daß diese Coccolithen einen viel komplizierteren Bau besitzen, als die vorher besprochenen Diskolithen. Das Element dieser Form bildet ein kurzes Röhrenstück, das an den beiden Enden je eine Kalkplatte aufgesetzt trägt, die nach dem Rande zu sich stark erdünnt. Diese zweite Form der Coccolithen soll Trehmalithen genannt werden nach dem griechischen Worte τρήμα, das Loch. Die Zelle, welche derartige Schalen

ausbildet, ist ebenso gebaut, wie die der Pontosphären. Fig. 3, welche eine Zelle von *Coccolithophora leptopora* nach Auflösung der Schale darstellt, zeigt, daß die Neubildung der Trehmalithen im Innern der Zelle vor sich geht, während die Discolithen stets an der Oberfläche der Zelle gebildet zu werden scheinen.

Wenn ich nun zuerst diejenigen Arten bespreche, welche durchbohrte Coccolithen bilden, so mag Ihnen zunächst Fig. 4 die Schale der eben besprochenen *C. leptopora* vorführen in den ver-

schiedenen Formen, in denen ich sie auf der Fahrt durch den Ozean beobachtete. Die Umbildung der Trehmalithen zu Schwebapparaten erfolgt in der Weise, daß das Röhrenstück sich zu einer langen stab- oder keulenförmigen Bildung auszieht. Während die Basalscheibe, mit der der Coccolith auf der Schalenmembran fest sitzt, wohl erhalten bleibt, geht bei allen in Fig. 5 abgebildeten Formen (*Rhabdosphaera*) die distale Kalkscheibe vollständig verloren. Bei *Rh. stylifer* sind die so entstehenden Fortsätze einfach stabförmig, bei *Rh. claviger* sind sie keulenförmig und bei *Rh. hispida*



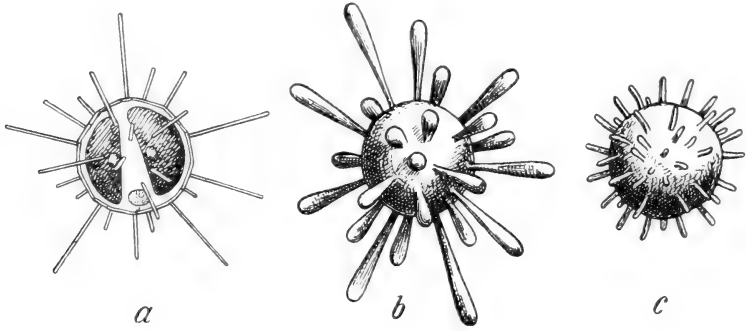
Figur 4.

Coccolithophora leptopora. 1. aI—aIV. Kette von 4 kleinen Zellen in der typischen Weise gelagert, wie sie in den Zentrifugenfängen gefunden wurden, 15 μ Durchmesser, Brasilstrom. — 2. Große kugelige Einzelzelle von 24 μ Durchmesser aus demselben Stromgebiet. — 3. Unregelmäßig eiförmige Zelle von 18 μ Durchmesser, rings geschlossene Schale. Brasilstrom.

kurz fingerförmig. Bei allen drei Formen bedecken sie die ganze Oberfläche der Schale.

Am stärksten entwickelt ist die Umbildung der Trehmalithen zu Schwebfortsätzen bei *Discosphaera tubifer* (Fig. 6). Hier übertrifft bei den längsten Fortsätzen das Röhrenstück ganz erheblich den Durchmesser der Schale, und am distalen Ende ist die Kalkscheibe zu einem trompetenförmigen Aufsätze umgebildet. Die Fortsätze stehen ferner so dicht, daß die Endscheiben sich gegenseitig berühren und die Schale, die unter diesen Fortsätzen verborgen ist, fast völlig verdecken. Es wird also die Zelle durch

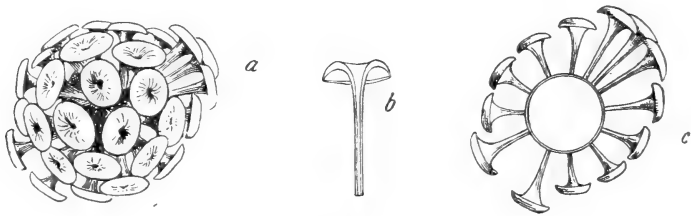
diese Schwebfortsätze nicht nur in den Stand gesetzt, sich viel leichter als andere Arten im Wasser schwebend zu erhalten, sondern zugleich werden ihre Chromatophoren auf das Wirksamste gegen zu intensive Besonnung geschützt. Sehr auffällig erscheint, daß die Schwebfortsätze nicht alle von gleicher Länge sind, sondern



Figur 5.

a. *Rhabdosphaera styliifer* Lohm. (Mittelmeer, Schalendurchmesser 8 μ). — b. *Rhabdosphaera claviger* Murray (Atlantischer Ozean, Schalendurchmesser 10 μ). — c. *Rhabdosphaera hispida* n. sp. (6. Juni, 0–50 m, Schalendurchmesser 12 μ).

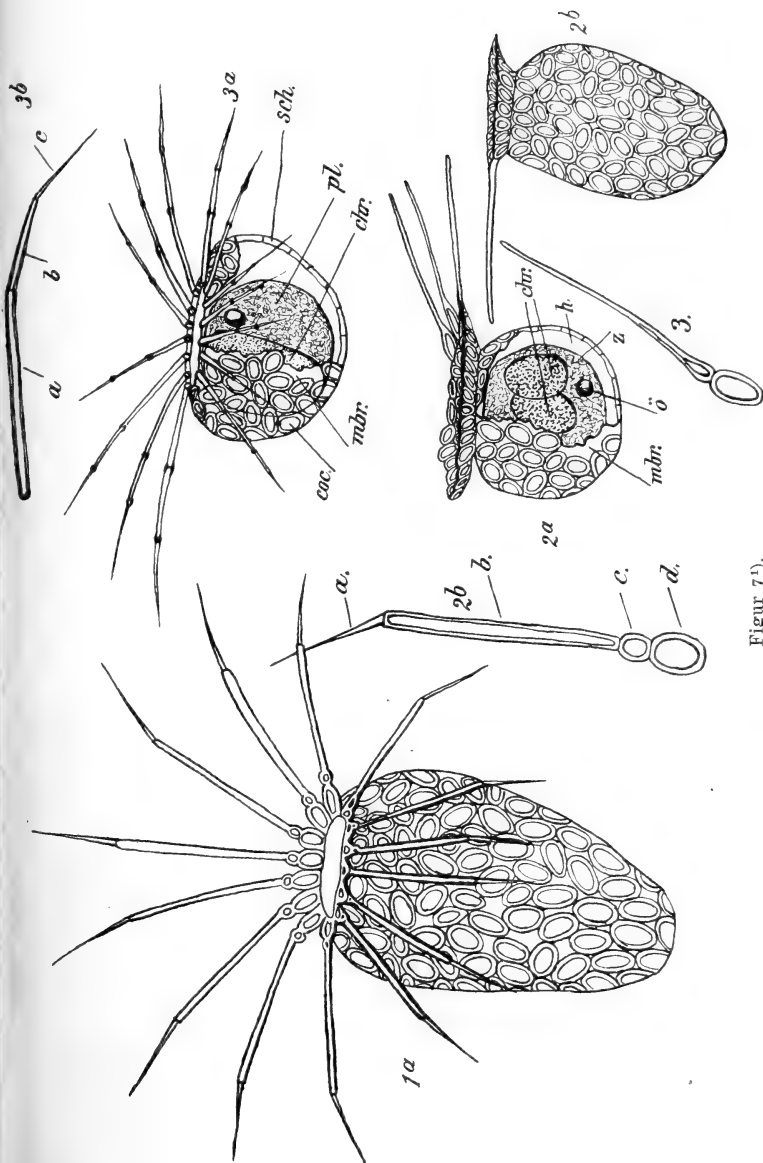
an zwei einander gegenüberliegenden Punkten der Schale alle übrigen Coccolithen an Länge übertreffen. Betrachtet man einen optischen Querschnitt (c), so erkennt man, daß an dem einen Pole der Schale drei abnorm lange Fortsätze, am gegenüberliegenden



Figur 6.

Discosphaera tubifer Murr. a. Bl. a. Seitenansicht einer Schale, rechts oben Pol mit 3 langen Fortsätzen, links unten Pol mit 2 etwas kürzeren, aber doch die übrigen Fortsätze deutlich überragenden Anhängen. b. Einzelner Rhabdolith im optischen Längsschnitt und ohne Basalplatte. Mittelmeer bei Syrakus. c. Schnitt durch eine Schale, der durch den Äquator gelegt ist; Schalendurchmesser 7 μ , längste Rhabdolithen 7 μ , kürzeste 4 μ lang.

Pole aber nur zwei große Fortsätze stehen; im ganzen sind dreizehn Coccolithen auf einen solchen Schnitt verteilt und streng symmetrisch so angeordnet, daß sechs Paar rechts und links von einer Linie stehen, die durch die Längsachse des unpaaren langen Coccolithen gelegt wird. Wir haben demnach eine bilaterale An-



Figur 7¹⁾.

1. *Michaelarsia splendens* n. sp. (25. Aug., 0 m). 1a Seitenansicht einer Schale, 1b einzelner Mundstrahl, um dessen Zusammensetzung aus 4 aneinander gereihten und verschiedenartig umgestalteten Coccolithen zu zeigen; Schalenlänge 12 μ . 2. *Michaelarsia asymmetrica* n. sp. (21. Aug., 50 m Tiefe). 2a Zelle mit kugelförmiger Schale und 3 Mundstrahlen; Schale erbrochen, um die Zelle (2) zu zeigen; chr. Chromatophoren, h. Schalenhohlraum, mbr. Schalenmembran, der die Coccolithen aufgelagert ist; Schalenlänge 9–14 μ . 3. *Michaelarsia falklandica* n. sp. (15. Aug., 0–50 m Tiefe). 3a Seitenansicht einer Zelle; Schale erbrochen, um die Zelle zu zeigen; pl. Plasma, sch. Schale, coc. Coccolithen, sonstige Bezeichnungen wie in 2. 3b einzelner Mundstrahl, der aus drei gestreckten Coccolithen gebildet wird; Schalenhöhe 7,5–12 μ .

¹⁾ Versichtlich sind die Figurenbezeichnungen auf der Zeichnung falsch gesetzt. Die beiden Figuren links (1a u. 2b, eigentlich 1a u. 1b) gehören zu *M. splendens*, die drei unteren Figuren rechts zu *M. asymmetrica* (2a, 2b, 3, eigentlich 2a, 2b, 2c) und die 2 oberen Figuren rechts zu *M. falklandica* (3a, 3b).

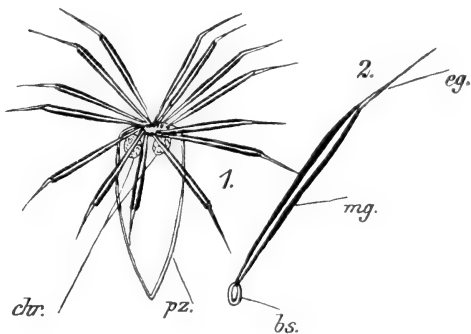
ordnung: der unpaare Coccolith bezeichnet die Dorsalfläche, ihm gegenüber liegt die Ventralfläche. Auch hier finden sich, wie bei *Rhabdosphaera*, die Schwebcoccolithen über die ganze Oberfläche der Schale verteilt, und alle Coccolithen haben die gleiche Umbildung erfahren. Anders geartete und anders verteilte Schwebapparate, die durch Umbildung der Coccolithen entstanden wären, sind bisher bei den Coccolithophoriden mit Trehmalithen überhaupt nicht beobachtet worden. Diese Unterfamilie, die ich nach der Hauptgattung „Coccolithophorinen“ genannt habe, ist also in dieser Beziehung sehr einförmig entwickelt.

Ganz anders verhalten sich die „Syracosphaerinen“, deren Coccolithen undurchbohrte Diskolithen bilden. Hier haben sich die verschiedensten Wege gefunden, um die Schale durch die Coccolithenausbildung immer mehr schwebfähig zu machen. Auch hier gibt Ihnen zunächst Fig. 1 auf Seite 144 in 1 und 3 das Bild von Coccolithophoriden mit Diskolithen, denen jede Schwebanpassung fehlt und die einfache Scheiben darstellen.

Vielleicht die schönste und komplizierteste Anpassung sehen Sie in den umstehend abgebildeten Arten, die der Gattung *Michaelsarsia* (Fig. 7) angehören. Bei *M. asymmetrica* ist die Schalenmündung von einem schräg aufwärtsstehenden Saume von Diskolithen umgeben, der an der einen Seite drei ganz merkwürdig umgebildete Coccolithen trägt, die weit über den Mündungsrand hinausragen. Diese Coccolithen sind nämlich distalwärts zu einer langen starren Kalkborste ausgezogen, die als Schwebapparat dient. Bei den beiden anderen Formen (*falklandica* und *splendens*) finden sich derartige Schwebborsten auf dem ganzen Mündungsrand gleichmäßig verteilt; während aber jede einzelne Schwebborste bei der vorigen Art von nur einem einzigen Coccolithen gebildet wurde, nehmen hier an der Zusammensetzung eines Strahles nicht weniger als drei Coccolithen teil. Dem Mündungsrande zunächst bildet bei *splendens* den Basalteil der Schwebborste ein kleiner, aber im übrigen normal gebauter Coccolith (*c*). Ihm schließt sich distalwärts ein zweiter Coccolith an, der aber zu einem langen Bande ausgezogen ist und den Hauptbestandteil der ganzen Borste ausmacht. Ihm aufgesetzt ist schließlich ein dritter Coccolith, der die Form einer spitz auslaufenden Nadel hat. Diese verschiedenen Coccolithen sind gegeneinander in einem stumpfen Winkel geneigt, so daß die ganze Borste mehrfach geknickt erscheint.

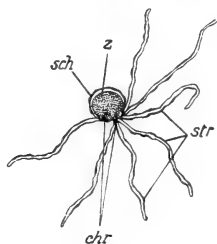
Den Michaelsarsien reiht sich eine merkwürdige Form an, die in Fig. 8 abgebildet ist. Die Zelle selbst ist eigentümlich kegel-

förmig gestaltet und die Schale hebt sich nicht vom Zelleibe ab, sondern ist als Verdickung der Zellhaut selbst ausgebildet. Im Zelleibe liegen vorn, nahe dem abgestutzten Ende zwei diatomfarbene Chromatophoren. Hier findet sich ferner eine Schalenmündung, die von einem Kranze von Schwebborsten umstellt wird. Diese Borsten haben dieselbe Zusammensetzung wie bei *Michael sarsia*, und vor allem stimmt die Gestalt des Basalgliedes, das dem Mundsaume eingefügt ist, vollständig mit einem Diskolithen überein; im übrigen aber ist auf der ganzen Schale nichts von Coccolithen zu entdecken. Wir müssen also annehmen, daß bei dieser Form (*Halopappus vahseli*) die Coccolithenstruktur der Schale gänzlich verlorengegangen ist und sich nur noch in den Schwebborsten erhalten



Figur 8.

Halopappus vahseli Lohm. (5. August, 0 m).
1. Seitenansicht der Zelle, 2. einzelner Mundstrahl.
chr. Chromatophoren, pz. strukturloser Panzer,
bs. Basalstück, mg. Mittelstück, eg. Endstück des
Mundstrahles; jedes Stück entspricht einem Coccolithen des Mundstrahles von *Michaelsarsia*. Zelle bis 21 μ lang.



Figur 9.

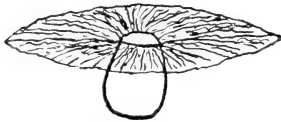
Ophiaster hydroideus (= *Meringosphaera hydroidea* Lohm. 1903 = *Ophiaster formosus* Gran 1911). Zelle mit absteheuder kugliger Schale (sch), die Verdickungen erkennen läßt (Coccolithen nach Gran's Untersuchungen) und am vorderen Pole 7 starre, unbewegliche, aber wellige und aus einer Reihe von knotenartigen Verdickungen gebildete, fadenförmige Fortsätze (str) trägt, die nach Gran gleichfalls aus Kalk bestehen. Wahrscheinlich entspricht daher jeder Knoten einem Coccolithen. Die Zelle (z) maß nur $3\frac{1}{2}$ μ im Durchmesser, während die Fortsätze ca. 13 μ lang waren. Nahe den Fortsätzen waren in der grün gefärbten Zelle zwei kleine Plättchen bemerkbar, die vielleicht als Chromatophoren chr zu deuten sind.

Mittelmeer, Syrakus, 18. Jan. 1901, 0 m.

hat. Das Gewicht der Zelle wird selbstverständlich verringert, je weniger Kalk in der Schale abgelagert wird, und so werden wir hierin ebenfalls eine Steigerung der Schwebefähigkeit zu erkennen haben.

Aber noch nach zwei weiteren Richtungen hin läßt sich von *Michaelsarsia* aus eine Höherentwicklung dieser Anpassungen nachweisen. So finden wir bei *Ophiaster hydroideus* (Fig. 9) sieben Schwebborsten von der Mündung ausstrahlen, die viel länger als der Schalendurchmesser sind und eine große Zahl knötchenförmiger Verdickungen tragen, deren jede höchstwahrscheinlich einem Cocolithen entspricht. Es würden sich hier demnach nicht drei, sondern eine viel größere Anzahl von Diskolithen an der Bildung eines einzigen Schwebfortsatzes beteiligen, doch bedarf diese seltene Art noch eingehenderer Untersuchung.

Nur in einem einzigen Exemplare wurde endlich die in Fig. 10 skizzierte Art im Atlantischen Ozean von mir beobachtet. Leider



Figur 10.

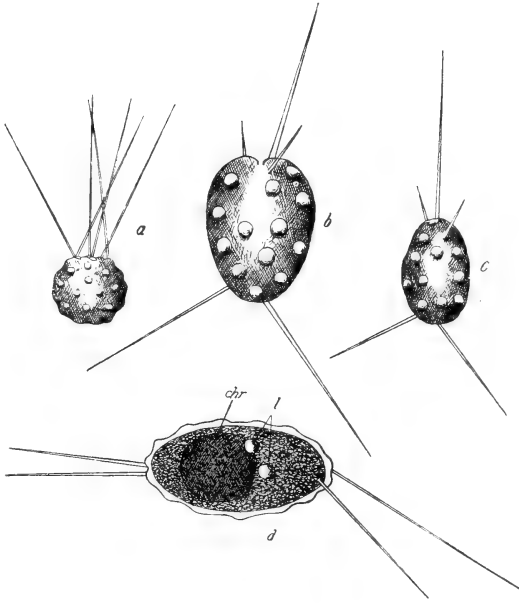
Petalosphaera grani
n. g. n. sp. Nord-Äquatorial-
strom, 30. Juni 1911.

ging sie während der Untersuchung verloren, so daß ich nur die flüchtige Skizze aus meinem Tagebuche hier veröffentlichen kann. Jedoch zeigt schon diese sehr deutlich, daß der Mündungsrand der krugförmigen Schale von einem flach ausgebreiteten dünnen Schirme umgeben wird, der eine feine, radiäre, ästig verzweigte

Streifung aufweist, beim Rollen der Zelle unter dem Deckglase vollständig steif und unbeweglich sich erwies und die Länge der Schale um mehr als das Doppelte im Durchmesser übertraf. Es scheint mir nun das Wahrscheinlichste, daß diese Streifung davon herrührt, daß der Schirm aus der Verschmelzung einer großen Anzahl eng nebeneinanderliegender Schwebborsten, wie sie *Michaelsarsia* und *Ophiaster* besitzen, hervorgegangen ist und wir hier demnach die höchste Anpassung an das Schwebvermögen vor uns haben, die bisher bei Cocolithophoriden durch Ausbildung von Mundsäumen beobachtet wurde. Sie mag *Petalosphaera grani* n. gen. n. sp. genannt sein.

Dieser Ausbildung von Schwebapparaten durch reihenförmige Aneinanderordnung von Diskolithen stehen nun noch zwei andere Umgestaltungen von Diskolithen gegenüber. Bei *Acanthoica* (Fig. 11) hat die Schale Kugel- oder Eiform und ist jedenfalls bei der Mehrzahl der Formen (*a—c*) an dem einen Pole von einer Mündung durchbrochen. Die Gestalt der Cocolithen konnte noch nicht genau festgestellt werden, jedenfalls aber sind es Diskolithen. An beiden Polen kann es nun zur Entwicklung von Schwebborsten kommen; dieselben sind aber völlig ungegliedert und haben die Gestalt von feinen scharf zugespitzten Kalknadeln, die entweder divergierend an beiden Polen der Schale stehen, oder wie bei *Michaelsarsia* auf

den Mündungsrand beschränkt sind. Im Zelleibe findet sich diatominfarbene Masse, aus deren Anwesenheit auf Chromatophoren geschlossen werden kann. Auch konnte ich die charakteristischen Öltropfen, die den Chromatophoren anliegen, nachweisen, und ganz kürzlich hat OSTENFELD¹⁾ an Material aus dem Skagerak das Vorkommen einer Geißel beobachtet, die zur Schalenmündung hervortritt. Diese Schwebborsten würden also nichts anderes sein, als stark borstenförmig ausgezogene zentrale Verdickungen der Disko-



Figur 11.

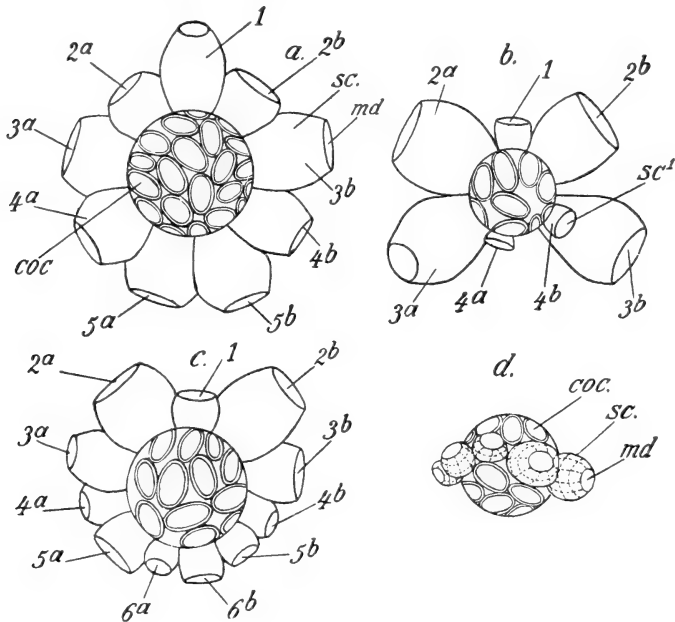
Acanthoica. a. *Ac. coronata* Loh., Seitenansicht einer Schale, $6\frac{1}{2}$ μ . (Mittelmeer, Syrakus, 6. März und 1. April 1901.) — b. *Ac. acanthifera* n. sp., Seitenansicht der Schale; am oberen Pole neben dem Kalkstachel die Öffnung in der Schale, 12 μ (4. Sept., 0 m). — c. *Ac. acanthifera*, kleineres Individuum 9 μ (4. Sept., 0 m). — d. *Ac. quattropsina* Lohm., optischer Längsschnitt; die Zelle füllt die Schale aus; chr gelbgefärbter Chromatophor, l lichtbrechende Körper; 16 μ lang (Mittelmeer, Syrakus, XI—V).

lithen, wie sie als kleine dornenartige oder auch stäbchenförmige Fortsätze auf den Diskolithen einer ganzen Anzahl anderer Arten gleichfalls vorkommen; während dort aber (*Syracosphaera spinosa* und *mediterranea* z. B.) diese Fortsätze ganz kurz bleiben, sind sie hier zu bedeutender Länge entwickelt.

Eine dritte sehr interessante Umgestaltung zeigt Ihnen endlich Figur 12. Hier sind die Coccolithen auf dem größten Teile der

¹⁾ De Danske Farvandes Plankton, I Aarene 1898—1901. Phytoplankton og Protozoer, 1913, p. 339—340.

Schalenfläche völlig unverändert geblieben und stellen einfache Scheiben mit verdicktem Rande dar. Nur ein äquatorialer Ring von Coccolithen hat dadurch eine sehr merkwürdige Umwandlung erfahren, daß ihr Rand nach außen vertikal emporgezogen ist, wodurch naturgemäß jeder Coccolith zu einem kleinen Becher umgewandelt werden mußte. Aber diese Umwandlung erfolgt nun bei

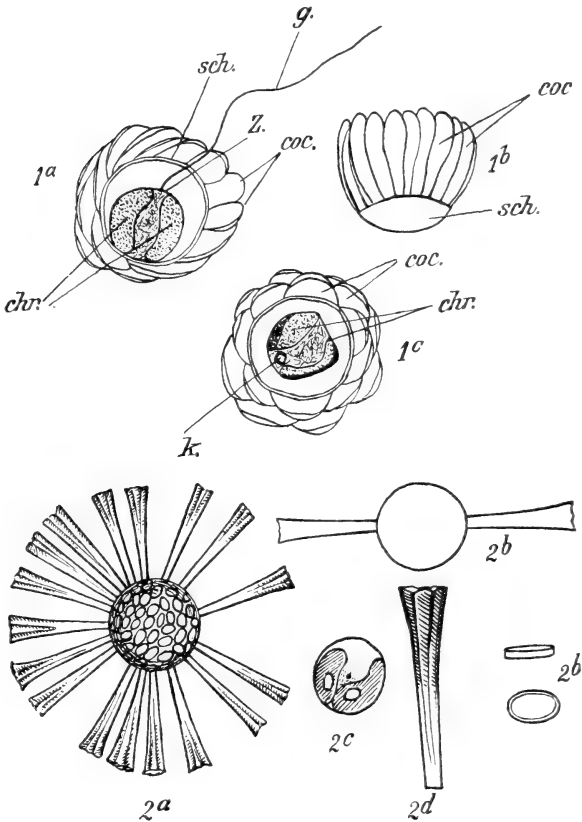


Figur 12.

Scyphosphaera apsteini Lohm. a. und b. Individuen aus dem Atlantischen Ozean, c und d. Schalen aus dem Mittelmeer. — a. Polansicht einer Schale mit regelmäßig ausgebildetem lückenlosem Gürtel (19. Aug., 100 m Tiefe, Schalendurchmesser 21 μ). — b. Polansicht einer Schale mit abnormem lückenhaftem Gürtel (30. Aug., 100 m Tiefe), Schalendurchmesser 15 μ . — c. Polansicht einer Schale mit vollständigem Bechergürtel (Syrakus), Schalendurchmesser 20 μ . — d. Seitenansicht einer Schale, um die Becher von vorn zu zeigen. Auf der Becherwandung ist die eigenartige Strukturierung angegeben. — sc Bechercoccolith, md Mündung des Bechers, coc normaler Coccolith der becherfreien Schalenfläche, sc' abnorm kleine Becher, die nicht selten zugleich eine abnorme Stellung außerhalb der Gürtellinie haben. 1. der unpaare Becher, zu dem die übrigen Becher (2a, 2b usw.) symmetrisch und paarweise angeordnet sind.

Scyphosphaera apsteini in einem derartigen Grade, daß Becher entstehen, die im extremsten Falle höher als der Durchmesser der ganzen Zelle selbst werden. Indem diese Becher sich bauchig erweitern, nimmt unter Umständen auch ihr Umfang derartig zu, daß ihr Volumen etwa dem der ganzen Schale gleichkommt. Das Merkwürdigste hierbei ist, daß die einzelnen Becher, welche den Ring zusammensetzen, die allerverschiedenste Ausbildung besitzen können und neben einem sehr großen Becher ein ganz kleiner Zwergbecher

sich finden kann (in b). Ferner zeigt fast jedes Individuum, das man von dieser seltenen Art findet, eine ganz verschiedene Anordnung der Becher, so daß es mir zuerst völlig unmöglich schien, irgend ein Gesetz in dieser Anordnung zu finden. Wählt man jedoch



Figur 13.

1. *Deutschlandia anthos* n. sp. (14. Juli, 100 m Tiefe). 1a Schale mit Zelle schräg von oben gesehen, 1b Seitenansicht, um die Linsenform der Schale und die ringförmige Anordnung der Schwebcoccolithen zu zeigen, 1c Schale in der Polansicht. chr. Chromatophoren, k. Kern, g. Geißel, coc. zungenförmige Randcoccolithen, sch. Schale. Schalendurchmesser 9 μ .
 2. *Thorosphaera elegans* Ost. (Mittelmeer). 2a Zelle in Polansicht, 2b Schematischer Durchschnitt, um die Form der Schale und die Einfügung der Schwebcoccolithen zu zeigen, 2c Zelle mit Kern, Chromatophoren und zwei lichtbrechenden Körpern, 2d röhrenförmiger Schwebcoccolith, 2e scheibenförmiger Coccolith in Seiten- und Flächenansicht. Schalendurchmesser 30–35 μ . (nach: Ostenfeld Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft, 1910, S. 399).

zunächst nur solche Individuen aus, bei denen der Gürtel von Schwebbechern vollständig geschlossen erscheint, so findet man sehr bald, daß hier dieselbe symmetrische Anordnung vorliegt, wie wir sie vorher bei den Schwebfortsätzen von *Discosphaera tubifer* (S. 147) ge-

funden haben: ein unpaarer Becher gibt mit seiner Längsachse die Lage der Symmetrieebene an, zu welcher die übrigen paarig angeordneten Becher rechts und links symmetrisch verteilt sind. In Fig. 12 habe ich diese Verteilung durch Zahlen anschaulich gemacht und gleichzeitig nachgewiesen, wie jedenfalls auch ein Teil der anscheinend ganz unregelmäßig gebildeten Individuen sich dieser Anordnung ohne Schwierigkeit fügt. Zugleich zeigt die Figur, daß bei den im Atlantischen Ozean gefangenen Formen die Schwebbecher ganz bedeutend viel größer entwickelt sind, als bei den aus dem Mittelmeer stammenden Formen. Dies aber ist eine Erscheinung, die auch bei ganz anderen Planktonten wiederkehrt und daraus verständlich wird, daß in dem salzreichen Wasser des Mittelmeeres weniger hochentwickelte Schwebeinrichtungen nötig sind, als im salzärmeren Wasser des Ozeans. Worauf aber die außerordentliche individuelle Variabilität dieser Form zurückzuführen ist, ist vollständig unverständlich.

Der *Scyphosphaera* schließt sich auf das engste *Thorosphaera* an, die bisher nur im Mittelmeer gefunden worden ist und bei der gleichfalls nur ein Gürtelring von Coccolithen zu Schwebapparaten umgebildet wurde (Fig. 13²). Aber während bei *Scyphosphaera* Becher gebildet wurden, entstanden hier lange kelch- oder tütenförmige Fortsätze, die ganz an die Schwebfortsätze von *Rhabdosphaera* und *Discosphaera* erinnern, jedoch wie bei *Scyphosphaera* auf die Umwandlung von Diskolithen zurückzuführen sind. Auch hier ist nur der Rand der Diskolithen membranartig emporgezogen und in diesem Falle so stark, daß nicht eine Becherform, sondern eine Röhrenform entstand.

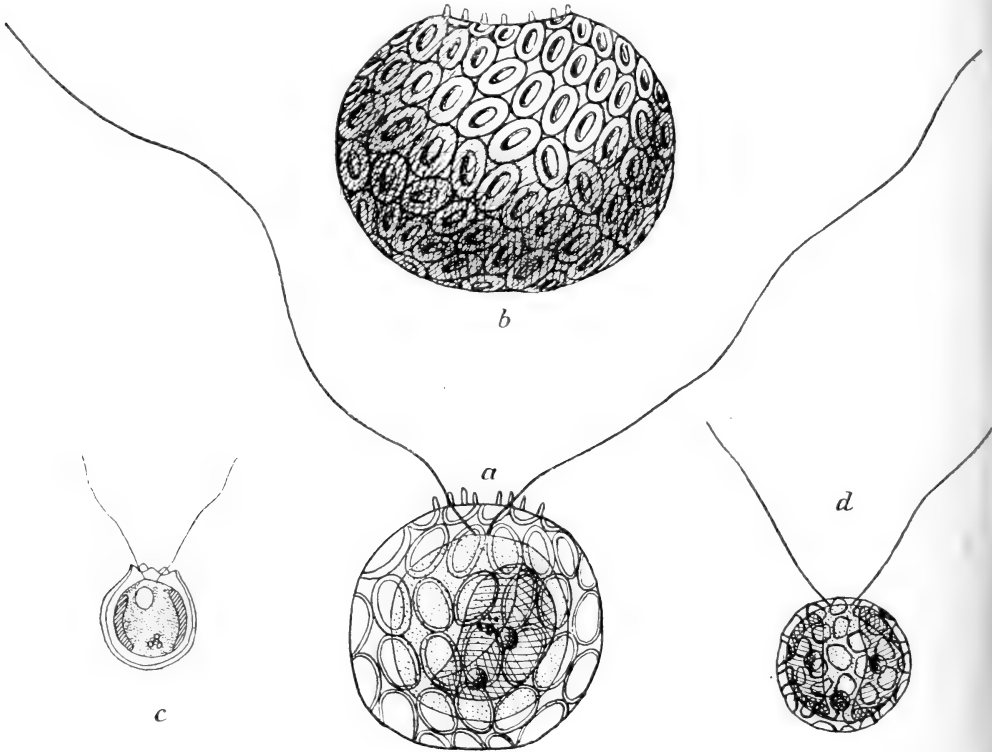
Übertroffen werden all diese Anpassungen endlich von der nebenstehend abgebildeten Form, die ich *Deutschlandia anthos* genannt habe (Fig. 13¹). Hier haben die Schwebcoccolithen, die den Gürtelring bilden, die Form langgestreckter Blumenblätter, die sich auch wie bei einer Blüte kelchartig zusammenneigen. Aber während bei *Scyphosphaera* und *Thorosphaera* nur eine einzige Reihe von Coccolithen an der Bildung des Schweberinges teilnimmt, wird hier der Schwebegürtel aus mindestens 3 Reihen von Coccolithen gebildet. Wie im einzelnen der Diskolith zu dem zungenförmigen Schwebcoccolithen umgestaltet worden ist, habe ich nicht feststellen können. Auf der ganzen übrigen Schalenfläche war ferner von Coccolithen überhaupt nichts zu erkennen; es scheint also, als ob bei *Deutschlandia* eine Beschränkung auf die Gürtelzone eingetreten ist, und dies wird um so wahrscheinlicher, wenn wir sehen, wie

statt der Kugelform die Schale hier Linsenform angenommen hat und die Schwebcoccolithen auf den äußersten Rand dieser Linse beschränkt sind. Diese einzig dastehende Umgestaltung kann nur die Bedeutung haben, daß diejenigen Teile der Schale, welche vermöge des Schwebegürtels horizontal im Wasser liegen, das auf sie fallende Licht infolge ihrer geringen Wölbung möglichst ungeschwächt passieren lassen, so daß die Chromatophoren, welche von der Schale umschlossen werden, möglichst intensives Licht erhalten. Würde diese Abflachung der Schale noch weiter getrieben werden können, so würde sie schließlich zu einer Scheibenform führen, wie sie bei den Coscinodiscen unter den Diatomeen zur Ausbildung gekommen ist. Nun ist von großem Interesse, daß sowohl *Deutschlandia* wie *Scyphosphaera* Formen sind, die ihre Hauptentwicklung in der Tiefe von 100 und 200 Metern haben und also der Dämmerflora des Ozeans angehören¹⁾. Die Valdivia-Expedition hat aber nachgewiesen, daß diese Region, in die das Licht nur in sehr geringer Intensität hinabgelangt, durch eigentümliche Diatomeenarten charakterisiert wird, welche dadurch ausgezeichnet sind, daß der Rand ihrer Zelle einen Schwebegürtel entwickelt, der die Zelle horizontal im Wasser schwebend erhält (*Planktoniella*, *Gossleriella*). Das ist aber genau dieselbe Schwebenanpassung, wie sie hier bei den Coccolithophoriden, wenn auch mit ganz anderen Mitteln, zur Ausbildung gekommen ist, und wir werden nachher sehen, wie sogar bestimmte Diatomeen dieser Tiefenzone Coccolithophoriden benutzen, um von ihnen sich Schwebegürtel bilden zu lassen.

Überblicken wir noch einmal die im vorhergehenden besprochenen Formen der Coccolithophoriden, so tritt sehr deutlich hervor, daß nach der Ausbildung des Skelettes die ganze Familie zweifellos in zwei natürliche Unterfamilien zu trennen ist. Die eine ist ausgezeichnet durch den Aufbau ihrer Schalen aus undurchbohrten einfach scheibenförmigen Discolithen (Syracosphaerinen), die andere hingegen baut ihr Skelett aus durchbohrten Trehmalithen auf, die sich aus einem kürzeren oder längeren Röhrenstück und ein oder zwei nach den Rändern zu sich verdünnenden Kalkscheiben zusammensetzen (Coccolithophorinen). Die Geißelzahl schwankt zwischen 1 und 2, aber zwei Geißeln wurden bisher nur bei drei bis vier Arten der Syracosphaerinen gefunden, die keine Schwebapparate ausgebildet haben und in ihrem ganzen Zell-

¹⁾ Siehe die Tabelle auf Seite 159.

aufbau in keiner Hinsicht von den anderen Arten, welche nur eine Geißel besitzen, abweichen (*Syracosphaera mediterranea*, *tenuis*, *dentata*, sp.) (Fig. 14). Die beiden Geißeln waren stets von gleicher Länge und entsprangen nebeneinander dem gleichen Pol. Besonders bemerkenswert ist, daß diese Arten ein und derselben Gattung angehören und zu dieser selben Gattung auch *S. pulchra* zu rechnen



Figur 14.

Coccolithophoriden mit 2 Geißeln. a. *Syracosphaera mediterranea*, Mittelmeer, 15 µ. — b. *Syracosphaera mediterranea* aus dem Brasilstrom (11. Aug. 1911); 18:21 µ. — c. *Syracosphaera dentata*, Mittelmeer, 7 µ. — d. *Syracosphaera* sp., Mittelmeer, 11 µ.

ist, die im Gegensatz zu ihnen nur eine Geißel hat wie die Mehrzahl aller übrigen Coccolithophoriden. Es ist also nicht möglich, die Coccolithophoriden nach der Zahl ihrer Geißeln in natürliche Unterabteilungen zu zerlegen. SENN'S Anschauung von der systematischen Bedeutung der Geißelzahl bei den Flagellaten hat daher für die Coccolithophoriden augenscheinlich keine Gültigkeit und dadurch wird sie nun auch bedenklich für die übrigen Flagellaten. Sie ist sicherlich ein sehr bequemes Mittel, systematische Ab-

teilungen zu machen, kann aber hinfert nicht mehr als ein zuverlässliches Merkmal gleicher Abstammung betrachtet werden¹⁾).

Im Anschluß an die Besprechung der verschiedenen Schwebenanpassungen mag hier ganz kurz noch die vertikale Verteilung der hauptsächlich in Betracht kommenden Gattungen angeführt werden. Es wurden in den verschiedenen Tiefen folgende Prozentsätze der Gesamtzahl von Individuen einer jeden Gattung gefunden:

Tiefe	0 m	50 m	100 m	200 m	400 m
<i>Discosphaera</i>	66 %	18 %	14 %	2 %	—
<i>Rhabdosphaera</i>	29 %	48 %	22 %	1 %	—
<i>Scyphosphaera</i>	8 %	31 %	61 %	—	—
<i>Deutschlandia</i>	1 %	7 %	70 %	21 %	—

Es erhellt aus dieser Tabelle sofort wie *Discosphaera*, deren Schwebefortsätze am mächtigsten entwickelt sind, und die ganze Schale bedecken, an der Oberfläche des Meeres am häufigsten ist, während *Rhabdosphaera* mit ihren einfach stabförmigen Fortsätzen in 50 m Tiefe ihr Maximum erreicht und *Scyphosphaera* mit den auf einen äquatorialen Ring beschränkten Schwebebechern erst in der Tiefe von 100 m die größte Volksstärke erreicht. Dasselbe ist der Fall, bei der am meisten dem Dämmerlichte angepaßten *Deutschlandia*; aber diese Form ist auch noch in 200 m Tiefe relativ zahlreich, während alle anderen Arten unterhalb 100 m gar nicht mehr oder nur noch in ganz wenigen Prozenten auftreten. In 400 m wurde dann allerdings auch von dieser charakteristischen Dämmerform kein Exemplar mehr gefunden.

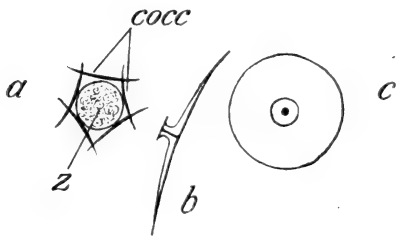
Zum Schluß will ich noch auf eine Reihe von Vorkommnissen hinweisen, die ein besonderes Interesse beanspruchen und vor allem zu weiteren Untersuchungen anregen mögen. Zunächst habe ich in Fig. 15 einen kleinen Organismus abgebildet, dessen kugeligter Körper in ganz unregelmäßiger Weise von locker gelagerten großen Trehmalithen bedeckt ist²⁾. Er war an der brasilianischen Küste zeitweise nicht selten. Ich habe nie im Zelleibe Chromatophoren gesehen. Außerdem waren die Trehmalithen in höchst auffälliger Weise stets so gelagert, daß die distale Scheibe mit ihrer konkaven Fläche nach außen gewandt war, während sie bei allen anderen

¹⁾ Es soll hier noch ausdrücklich betont werden, daß ich selbstverständlich nur Individuen berücksichtigt habe, bei denen keine Teilungsvorgänge sich zeigten.

²⁾ Ich nenne diese Form, deren Stellung vorläufig unbestimmt bleiben muß, *Heyneckia barkowi*.

Coccolithophoriden der Zelle zugewandt ist, deren kugelige Oberfläche sie sich auf diese Weise eng anlegt. Nur dadurch wird es eben möglich, daß die Coccolithen sich zu einer geschlossenen kugeligen Schale zusammen ordnen. Hier verhindert dagegen diese merkwürdige abnorme Lagerung die Bildung einer solchen, und aus diesem Grunde hat sich mir die Vermutung aufgedrängt, daß wir es hier überhaupt nicht mit einer echten Coccolithophoride zu tun haben, sondern daß die Zelle tierischer Natur ist und sich nur mit Coccolithen bekleidet, die sie aus dem Meere herausfischt. Die Schale wäre daher aus Fremdkörpern gebildet.

Eine ähnliche Deutung verlangen vielleicht auch die in der Fig. 16 wiedergegebenen krug- und phiolenförmigen Schalen. Zwar



Figur 15.

Heyneckia barkowi n. g. n. sp.

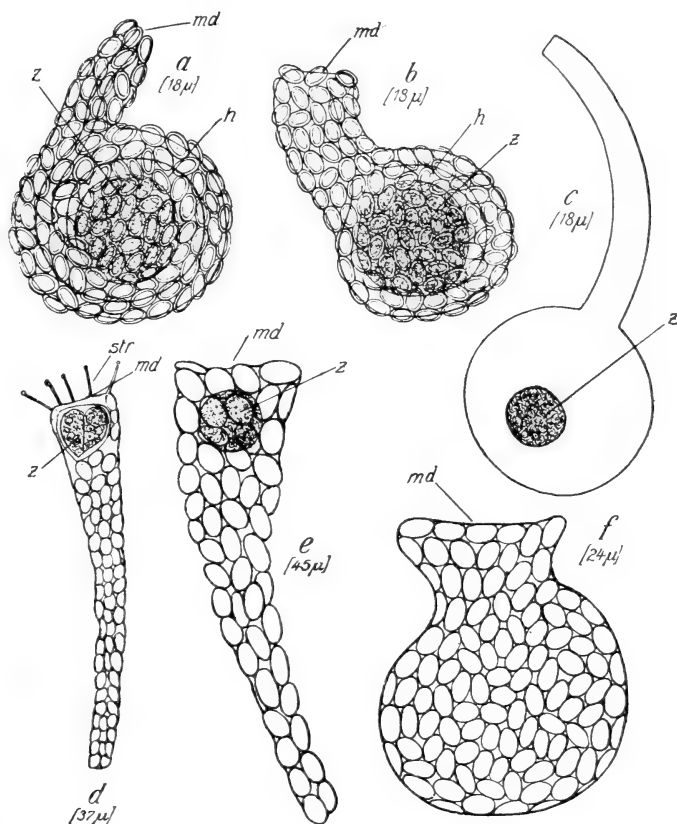
Protozoen (?) mit Skelett aus Trehmalithen, deren Basalscheibe nach außen gewandt ist. Guineastrom und Südtropen des Atlantischen Ozeans. 6 μ Durchmesser. z Zelleib, cocc Trehmalithen; a Zelle mit Skelett im optischen Schnitt; b Trehmalith im Schnitt; c derselbe von der Fläche gesehen.

zeigte sich hier der Zellinhalt mehrfach diatominfarben gefärbt; aber der kugelige Hohlraum der Schale setzt sich in einen langen spiralig gedrehten röhrenförmigen Ansatz fort, der den Durchmesser der Schale, wie Fig. C zeigt, erheblich übertreffen kann. Daß hier eine Geißel nach außen hindurchtreten soll, ist sehr unwahrscheinlich; und ich glaube daher, daß es vorsichtiger ist, alle diese Formen, die man immer nur selten und ganz zerstreut im Plankton findet, zunächst nicht den

Coccolithophoriden einzuordnen, sondern ihrer Stellung nach zweifelhaft zu lassen. Es kann sich auch hier sehr wohl um Protozoen handeln, die sich aus Coccolithen eine Schale bilden. Provisorisch mögen sie als *Heimiella excentrica* bezeichnet werden. Ob die in d und e abgebildeten tutenförmigen Schalen ebenfalls den phiolenförmigen ihrem Ursprunge nach zuzuordnen sind, ist allerdings zweifelhaft. GRAN stellt sie in die Gattung *Syracosphaera*. Bemerkenswert ist, daß bei allen diesen Formen die Schalen aus Discolithen gebildet werden.

Daß eine derartige Benutzung von Coccolithen zur Herstellung oder zur Verstärkung von Skeletten durch andere Organismen vorkommt, zeigen nicht nur verschiedene Tintinnen, sondern bemerkenswerter Weise auch zwei Coscinodiscen der Dämmerzone. Zwei Tintinnenarten, deren eine ausschließlich Trehmalithen, deren

andere ebenso ausschließlich Discolithen zur Bekleidung ihres eigenen Skelettes benutzt hatte, traf ich im Brasil- und Falklandstrom (Fig. 17 und Fig. 18). In welcher Weise diese Ciliaten es

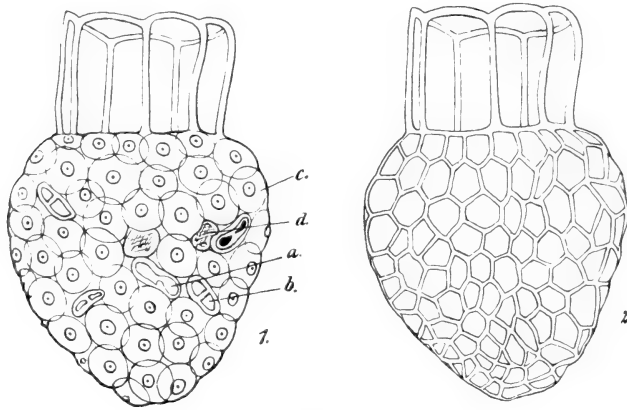


Figur 16.

Coccolithen tragende Planktonten, deren Natur noch nicht näher festgestellt werden konnte. a. Phiolenförmige Schale aus Discolithen (*Heimiella excentrica* n. g. n. sp.), Seitenansicht; Mittelmeer; Zellinhalt diatominfarben; md Mündung, d Schale, h Hohlraum derselben, z Zelle, die keine Details erkennen ließ. — b. Dieselbe Form von unten gesehen. — c. Phiolenförmige Schale aus dem Nordäquatorialstrom (5. Juli 1911), die kugelige Schale trug einen sehr langen röhrenförmigen Fortsatz und umschloß eine relativ sehr kleine Zelle. 18 μ . — d. *Syracosphaera prolongata*, von Gran im Nordatlantischen Ozean gefunden; Mündung mit kurzen Stäbchen umsäumt. 37 μ . — e. Der vorigen Form sehr nahe stehender Organismus aus dem Guineastrom (14. Juli 1911); kleine, gelb gefärbte Zelle von 6 μ Durchmesser nahe der breiten Mündung der 45 μ langen, tutenförmigen Schale liegend; Mündung ohne Stäbchensaum. — f. Krugförmige Schale von den Azoren (6. Juni 1911); 24 μ Durchmesser.

fertig bringen, die von ihnen gefangenen Coccolithen so regelmäßig und dicht auf der Außenfläche ihres Gehäuses zu befestigen, ist völlig rätselhaft.

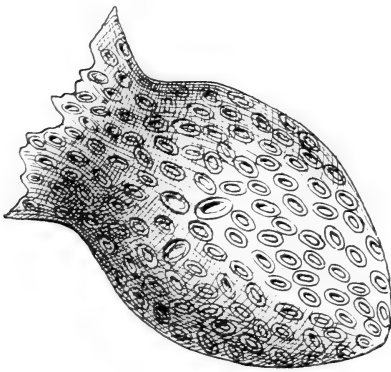
Das merkwürdigste Vorkommen fand ich bei zwei Diatomeen (*Brenneckella lorenzeni* und *kohli*, Fig. 19). Beides sind kleine Coscinodiskenarten von 20—40 μ Durchmesser, die sich auf irgend-



Figur 17.

1. *Dictyocysta coccolitholega* Loh. (28. Aug., 200 m Tiefe), vor der Behandlung mit verdünnter Salzsäure, a. Coccolith von *Coccolithophora uallichii*, b. von *C. pelagica*, c. von *C. leptopora*, d. eine Platte, die nicht von Coccolithophoriden herrührt; 2. dasselbe Exemplar nach Auflösung der Fremdkörper durch verdünnte Salzsäure. — Das Gehäuse ist 75 μ groß.

eine uns unbekannte Weise lebende Coccolithophoriden einfangen und veranlassen, sich an ganz bestimmten symmetrisch



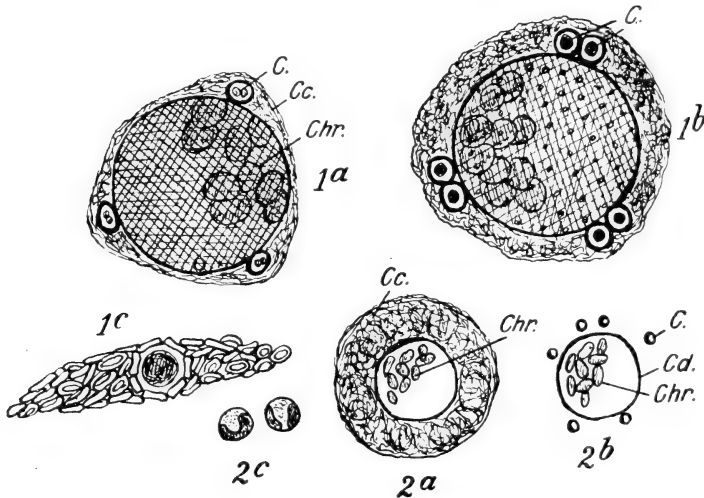
Figur 18.

Codonella-ähnliches *Tintinnus*-Gehäuse aus dem Falklandstrom (30. Aug. 1911) mit Discolithen-Bekleidung; Mündungsrand zerfetzt; 36 μ lang.

verteilten Punkten ihres Gürtelbandes anzusiedeln. Während *Br. kohli* sich mit drei Coccolithophoriden begnügt, nimmt *lorenzeni* deren sechs. Es ist wahrscheinlich, daß das Gürtelband dieser Arten, ähnlich wie es KARSTEN für *Gossleriella* und *Planctoniella* nachgewiesen hat, an drei resp. sechs Punkten durchbrochen ist und dem Plasma oder vielleicht als Anlockungsmittel dienenden Sekreten zum Austritt dient. Sobald die Coccolithophoriden auf dem Gürtelbande sich festgesetzt haben, beginnen sie in patho-

logischer Weise eine enorme Menge von überzähligen Coccolithen zu bilden, so daß sehr bald das ganze Gürtelband mit einer dichten Lage von Coccolithen ringförmig bedeckt ist. Diese Lage kann

dem Durchmesser des ganzen Coscinodiscus an Dicke gleichkommen, und es bauen so die Coccolithophoriden der Diatomee, auf der sie ruhen, einen Schwimmgürtel aus kleinen Discolithen auf. Durch Auflösen dieser letzteren in Salzsäure konnte ich nachweisen, daß die Coccolithophoriden noch leben und wohl ausgebildete Chromatophoren besitzen, wenn der Schwimmgürtel bereits eine sehr bedeutende Dicke erreicht hat. Sie gehen also nicht zugrunde,



Figur 19.

Brenneckella lorenzeni und *kohli* n. gen. n. sp. (1a vom 7. Aug., 200 m Tiefe; 1b vom 9. Aug., 200 m; 2 vom 17. Aug., 100 m Tiefe). 1a *Br. lorenzeni* mit 3 Siedelungspunkten am Gürtelbande, an denen je 1 *Pontosphaera sessilis* 1 ohm. sich angesiedelt und mit der Bildung überzähliger Coccolithen begonnen hat. Dadurch ist es zur Ausbildung eines noch sehr schwachen Schweberinges gekommen. — 1b *Br. lorenzeni* mit 3 Siedelungspunkten, an deren jedem aber 2 Coccolithophoriden sitzen und bereits eine Coccolithenmasse von bedeutender Dicke gebildet haben. — 1c *Br. lorenzeni*, eine einzelne Coccolithophoride mit ihrer Schale und den überzählig gebildeten Coccolithen, aus dem Schweberinge von 1a bei stärkerer Vergrößerung. — 2a *Brenneckella kohli* mit mächtigem Coccolithengürtel; 2b dasselbe Individuum nach Auflösung der Coccolithen; man sieht die 6 Zellen von *Pontosphaera sessilis* die Schale der *Brenneckella* umliegen; 2c einzelne dieser Zellen stärker vergrößert, um die Chromatophoren zu zeigen. — C. Zelle von *Pontosphaera sessilis*, Cc. die von ihr gebildeten überzähligen Coccolithen, Cd. Schale der Diatomee, Chr. Chromatophoren der *Brenneckella*. — Schalendurchmesser von *Br. lorenzeni* 35–42 μ ; Schalendurchmesser von *Br. kohli* 28 μ ; Schalendurchmesser von *Pontosphaera sessilis* 5 μ .

sondern sind ihrem Wirte eben durch ihre Lebenstätigkeit von Nutzen. In allen Fällen fand ich ein und dieselbe Art von Coccolithophoriden auf diesen Brennekellen angesiedelt. Sie ist 5 μ groß und steht der frei im Meere lebenden *Pontosphaera huxleyi* sehr nahe, von der sie nur die dicht aneinanderliegenden Discolithen unterscheiden. Das in Zeichnung 1^b abgebildete Exemplar ist dadurch sehr merkwürdig, daß sich an jedem Punkte des Gürtelbandes

nicht ein, sondern zwei eng aneinanderliegende Pontosphaeren finden. Ob diese eigenartige Lagerung dadurch entstanden ist, daß jede der drei ursprünglich angesiedelten Coccolithophoriden sich später geteilt hat, oder ob von vornherein an jedem Ansiedlungspunkte sich zwei Pontosphaeren niedergelassen haben, konnte ich nicht entscheiden, da der Zellinhalt keine genauere Untersuchung zuließ. Es ist aber von vornherein wahrscheinlicher, daß hier eine Teilung eingetreten ist. Beide *Brenneckella*-Arten unterscheiden sich abgesehen von der Größe und der Struktur ihrer Schalenfläche noch sehr auffällig dadurch, daß die neugebildeten Coccolithen bei *Br. kohli* vollständig auf das Gürtelband beschränkt sind, während bei *lorenzeni* auch die Schalenfläche von Coccolithen bedeckt wird. Aber die Anzahl der Coccolithen, welche vom Gürtelbande her auf diese Fläche übertritt, ist ganz außerordentlich gering und es liegt überall nur eine einzige Lage von Coccolithen dem Panzer der Diatomee auf. Auch das zeigt wieder, wie die ganze Tätigkeit der Pontosphaeren nach ihrer Ansiedelung im Dienste der Kieselalge steht. Denn da der Schalenfläche die plattenförmigen Chromatophoren anliegen, so darf der Durchtritt des Lichtes möglichst wenig gehemmt werden, und jede stärkere Auflagerung von Coccolithen würde daher dem Leben der *Brenneckella* schädlich werden. Auch hier ist es uns vorläufig völlig unmöglich einzusehen, auf welche Weise bei *Br. kohli* die Schalenflächen ganz coccolithenfrei gehalten werden, und bei *lorenzeni* die Zahl der Coccolithen auf der Schalenfläche auf eine dünne Lage beschränkt wird.

Alle diese Fälle verdienen also noch eine eingehende weitere Untersuchung.

Diskussion:

Herr Prof. KORSCHOLT (Marburg).

Herr Prof. LOHMANN.

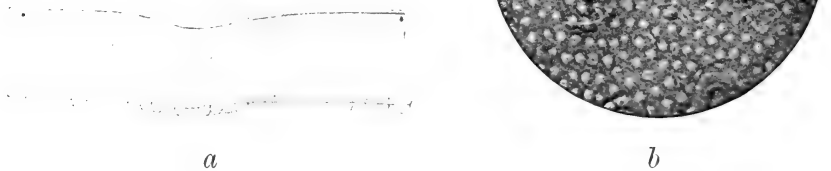
Herr Dr. PAUL SCHULZE (Berlin):

Chitin- und andere Cuticularstrukturen bei Insekten.

Die beiden letzten Arbeiten, die sich mit dem feineren Bau der Insekten cuticula beschäftigen, kommen zu ganz verschiedenen Resultaten. Während BIEDERMANN im Chitin eine deutlich fibrilläre Struktur sieht, findet KAPZOV, ein Schüler BÜTSCHLI's, es ausgesprochen wabig gebaut. Beiden diente als Hauptuntersuchungsobjekt die Flügeldecke des Hirschkäfers (*Lucanus cervus* L.). Da in ihren Arbeiten die Literatur über den Gegenstand ausführlich berücksichtigt ist, und vor kurzem BIEDERMANN in WINTERSTEIN'S Handbuch Bd. III p. 814—887, noch einmal ausführlich die ganze Chitinliteratur besprochen hat, brauche ich hier nicht mehr darauf einzugehen. Wenn ich heute in der Lage bin, über die feineren Strukturverhältnisse des Insektenchitins genauere und, wie ich hoffe, richtigere Angaben zu machen als meine Vorgänger, so liegt dies in der Hauptsache darin, daß ich ein Verfahren anwandte, welches es mir ermöglichte, dicke Chitinlagen in ihre einzelnen morphologischen Bestandteile zu zerlegen und diese dann einzeln in Aufsicht zu untersuchen und zu photographieren. Ich legte die zu behandelnden Objekte in eine Mischung von 80 % Alkohol, Glycerin und Salzsäure und stellte sie 3—10 Tage in den Thermostaten. Als sehr zweckentsprechend erwies sich eine Mischung, die GRENACHER (Abh. Nat. Ges. Halle 16. 1886 p. 214; Z. wiss. Mikr. 2. 1885 p. 244) zu einem ganz anderen Zwecke, nämlich zum Entpigmentieren von Cephalopodenaugen benutzte, bestehend aus 2 Teilen 80 % Alk., 1 Teil Glycerin und 3 Teilen käufl. (25 %) Salzsäure. Ein stärkerer HCl-Gehalt hatte keine bessere oder beschleunigendere Wirkung. Nachdem die zu studierenden Chitinstücke (in einer Größe bis zu etwa 2 qcm) mehrere Tage im Wärmeschränk verweilt hatten, ließen sich die einzelnen Schichten mehr oder weniger leicht mit feinen Nadeln voneinander isolieren; es zeigte sich hierbei besonders die Notwendigkeit des Glycerinzusatzes, der die Objekte weich und elastisch erhielt. Wie Kontrollpräparate lehrten, traten durch die eben erwähnte Behandlung keine erkennbaren Veränderungen der Strukturen ein, ebensowenig eine Entpigmentierung. Ohne zunächst von den schon vorliegenden Untersuchungen BIEDERMANN's und KAPZOV's Kenntnis zu haben, begann ich meine Untersuchungen ebenfalls an den Elytren des Hirschkäfers, die sich in der Tat als ein wahrhaft klassisches Objekt für die hier in Frage kommenden Verhältnisse erwies. Bevor ich

mit der Schilderung der Chitinstrukturen beginne, muß ich zunächst den Bau der Käferflügeldecke im allgemeinen besprechen, über den die beiden obengenannten Autoren ganz im unklaren waren, was sie zu verschiedenen Mißdeutungen und falschen Analogieschlüssen verleitete.

Im Jahre 1885 stellte BEAUREGARD, wie es scheint zum ersten Male fest, daß die Flügeldecken der Käfer aus zwei verschiedenen dicken Chitinlagen bestehen, einer dorsalen festeren und einer dünneren ventralen, die beide durch chitinige dorsoventral verlaufende Quersäulen verbunden werden und am Deckenrand miteinander verlötet sind. Er fand ferner, daß diese Säulchen — die wir *Columnae* nennen wollen — einen wesentlichen Einfluß auf die Festigkeit der Elytren haben, da z. B. bei *Geotrupes* im Gegensatz zu den weichen *Canthariden* neben der größeren Dicke



Figur 1.

Melasoma XX punctatum Scop. Einfacher Typus der Flügeldecke. *a* quer (350 : 1), *b* in Aufsicht (160 : 1)¹⁾.

der oberen Lamelle auch die Strebepfeiler dicker, vor allem aber auch zahlreicher vorhanden sind. Später hat dann HOFBAUER eine große Anzahl von Decken (hauptsächlich auf ihren Drüsengehalt hin) untersucht und den von BEAUREGARD beschriebenen Bau bei allen untersuchten Spezies wiedergefunden. KRÜGER verfolgte die Entstehung der Käferflügel während der Metamorphose besonders bei einigen Chrysomeliden (*Lema*) und gibt uns Auskunft über die Herkunft der *Columnae*. Sie stellen in der Tat, wie schon HOFBAUER vermutete, Einsenkungen der oberen Deckenplatte dar, die sich immer mehr der unteren nähern und schließlich mit ihr verschmelzen. Bestätigt wurden diese Angaben dann von TOWER.

An der ventralen Platte sitzen regelmäßig, wie ich früher gezeigt habe, kleine Dörnchen (*Spinulae*) oder Chitinperlen (*Perlae*); wir nennen

¹⁾ Die Vergrößerung ist die, bei der die Aufnahme gemacht worden ist, bei der Reproduktion wurden sämtliche Figuren um $\frac{1}{5}$ verkleinert.

sie deshalb Dörnenschicht. An der Stelle, wo die Säule von den beiden Platten abgeht, entsteht eine schüsselförmige Einsenkung (*Patina*). Zwischen der oberen und unteren Bedeckung der Elytre bleibt nun entweder ein Hohlraum bestehen, in dem dann z. B. bei den Chrysomeliden das von mir entdeckte Karotingewebe liegt, oder aber der ganze Raum wird allmählich vollständig oder so gut wie vollständig durch sekundäres Chitin ausgefüllt, wie z. B. bei vielen Carabiden. Die obere Elytrenplatte ist endlich noch mit einer dünnen farblosen Membran bedeckt, die ich nach dem Vorgange BÜTSCHLI's bei Krustern als Grenzlamelle bezeichnen will. Als Beispiel einer solchen Elytre habe ich in Fig. 1a diejenige des Blattkäfers *Melasoma XX-punctatum* Scop. im Schnitt und in der Aufsicht dargestellt; auf letzterer sieht man deutlich die Patinae der oberen Platte und die durchscheinenden Perlae der unteren. Unbekannt scheint es bisher gewesen zu sein, daß es besonders, was die Entstehung der Säulen anbetrifft,



Figur 2.

Lucanus cervus L. Komplizierterer Typus der Flügeldecke. a quer (350:1), b in Aufsicht (100:1). (An der inneren Balkenlage finden sich Tröpfchen anscheinend unverbrauchten Chitins von einer festeren Membran umgeben.)

einen zweiten Deckentypus gibt, der hauptsächlich bei den Lamellicorniern weit verbreitet ist. Als Beispiel für diesen komplizierteren Fall will ich den Hirschkäfer wählen.

Sehen wir uns einen Schnitt durch eine seiner Flügeldecken (Fig. 2a) an, so finden wir alle uns schon bekannten Elemente wieder: Grenzlamelle, obere Platte (allerdings, wie es scheint, viel komplizierter gebaut; wir wollen sie von nun an, dem Vorgange KAPZOV's folgend, als Hauptlage bezeichnen), Säulchen und untere Platte, die aber nicht mit *Perlae*, sondern, wie bei den meisten Käfern, mit Dörnchen (*Spinulae*) besetzt ist.

Als ein neuer sofort auffallender Bestandteil der Decke tritt nun aber hier eine braungefärbte Schicht von sehr abweichender

Struktur und Beschaffenheit zwischen Grenzlamelle und Hauptlage auf. BIEDERMANN taufte sie „Emailschicht“, ich möchte aber lieber die allgemeinere Bezeichnung „Lackschicht“ vorziehen. Zwischen ihr und der Grenzlamelle liegt dann endlich noch eine an günstigen Schnitten deutlich in die Erscheinung tretende Schicht von senkrecht zur Oberfläche stehenden Stäbchen, der Alveolarsaum, auf den wir noch zurückkommen.

Besteht also eine Flügeldecke nach dem einfachen Typus aus:

Grenzlamelle,
Hauptlage,
Dornenschicht,

so zeigt der zweite Typ:

Grenzlamelle	}	Außenlage,
Alveolarsaum		
Lackschicht		
Hauptlage,		
Dornenschicht.		

Die ersten drei Schichten fassen wir analog der Bezeichnung BÜTSCHLI's an anderen Objekten als Außenlage zusammen.

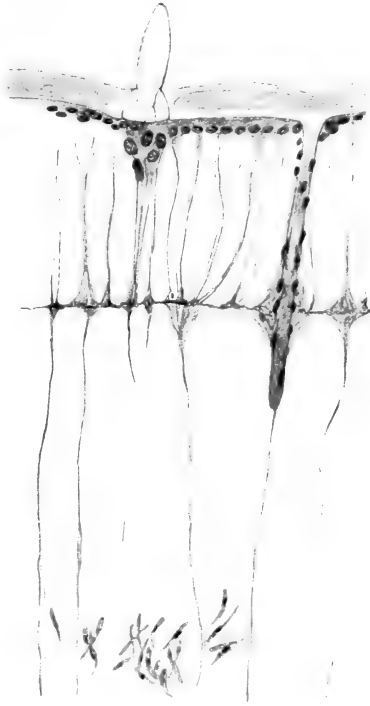
Auffallend bei dem Lamellicorniertyp ist die geringe Anzahl der *Columnae*. Auf dem Photogr. 2b ist nur der größere Kreis in der Mitte ein Pfeiler, während die kleineren andere später zu besprechende Gebilde darstellen.

Wie schon erwähnt geht beim Typus I die Bildung der *Columnae* durch Einsenkung der oberen Lamelle schon frühzeitig im Puppenstadium vor sich. An denjenigen Stellen, wo eine Einsenkung der Epidermis zum Zwecke einer Pfeilerbildung erfolgen soll, differenzieren sich die Zellen etwas, sie werden vor allem größer. Infolgedessen heben sich die später um die primäre Achse gebildeten Chitinlamellen der *Columnae* besonders bei Aufsicht eben als die konzentrisch geschichteten *Patinae* deutlich von der übrigen Decke ab. Die einzelnen Lamellen der Flügeldecke gehen aber kontinuierlich in die der Säulen über, nur scheinen sie beim Umbiegen etwas kräftiger zu werden. BIEDERMANN sind die Säulen ebenfalls aufgefallen, da er aber ihre Entstehung und Bedeutung nicht kennt, sind sie für ihn ziemlich rätselhaft. Er sagt darüber (c., p. 831): „Sehr verbreitet, aber in sehr verschiedengradiger Ausbildung finden sich bei Käfern konzentrisch geschichtete Lamellensysteme, deren Struktur in auffallender Weise an jene der HAYER'schen Systeme der Knochen erinnert. Dieselben gruppieren sich in der Regel um senkrecht die Schichten durchsetzende haarähnliche Chitinzapfen.“

Da die Säulen fest mit der oberen und unteren Flügeldeckenplatte verbunden, gewissermaßen aus einem Stück geschweißt sind, sind sie als T-Träger für die Festigung der Decke von höchster Bedeutung. Die zwischen ihnen gelegene Partie der Elytren kann als für Druckbelastung, die ja für die Decken hauptsächlich in Betracht kommt, indifferent, von der Chitinbildung verschont bleiben und der so gewonnene Raum für andere wichtige Funktionen, wie etwa die Carotinspeicherung, aufbewahrt bleiben.

Ganz anders dagegen die Verhältnisse beim Typus II. Hier entstehen die Columnae erst nach dem Schlüpfen des Käfers.

Charakteristisch für sie ist, daß ihr zentraler Teil ganz aus der Substanz der Lackschicht besteht. Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch die Elytre eines noch unausgefärbten (gelben) Hirschkäfers. Die im Schnitt getroffene Säule ist erst in ihrem oberen Teil gebildet und zwar, wie es scheint, weit weniger von in die Tiefe gerückten Epidermiszellen, als vielmehr durch indifferente Spindelzellen, die ja bei der Insektenmetamorphose eine so große Rolle spielen und die hier in Nestern der ventralen Deckenplatte genähert in der Flügeldecke liegen (Fig. 3). (Ich muß hier darauf hinweisen, daß ich,

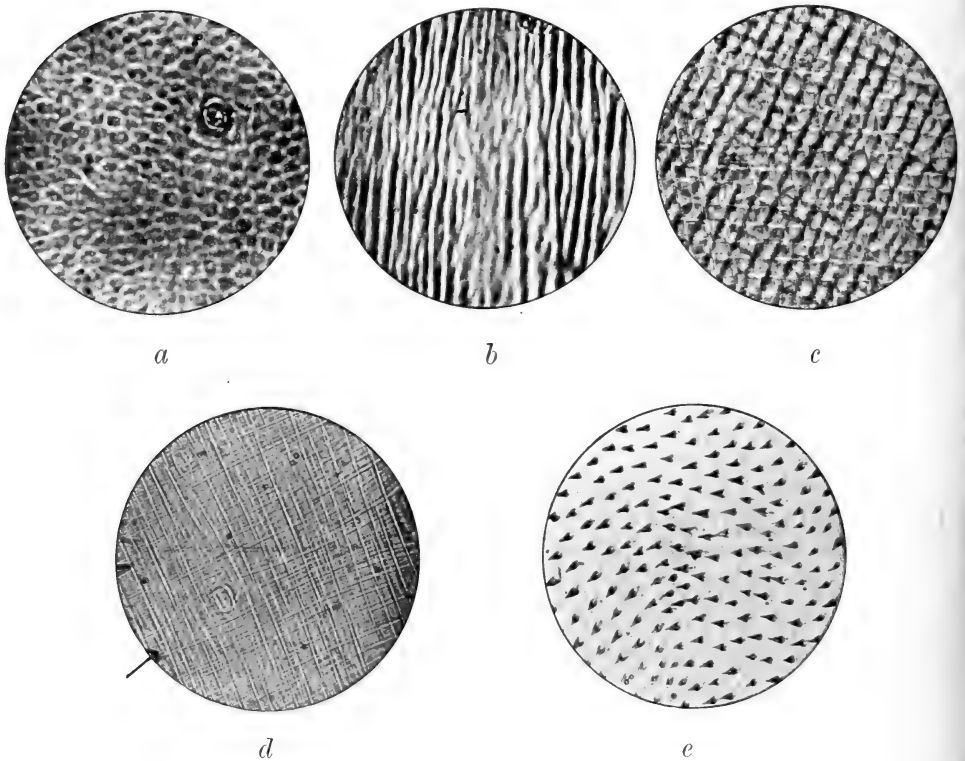


Figur 3.

Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Schnitt durch die Decke. Links ein (Sinnes-) Haar, rechts die Bildung einer Säule. 350:1.

wie in der Abbildung dargestellt, immer nur eine Mittelmembran fand (sowohl hier als auch bei *Melasoma*), in der die Fortsätze der Epidermiszellen der dorsalen und ventralen Platte zusammenstoßen, ganz ähnlich wie es BIEDERMANN (c., p. 893 Fig. 225 d) nach MAYER von dem entstehenden Flügel von *Pieris rapae* L. abbildet. TOWER dagegen zeichnet (Taf. 18, Fig. 49, 50) 2 Lamellen, die ihrerseits wieder durch Fortsätze verbunden sind.) Auf Flachschnitten sieht man die die Säule bildenden Zellen in kreisrunder Anordnung (oder besser gesagt einen kreisförmigen Kernhaufen bildend, da von dem Plasma meist wenig zu sehen ist), der scharf von den Epidermiszellen abgesetzt ist.

Die Säulen bei der zweiten Deckenbauart sind nun gegenüber der ersten viel häufiger. Da sie an der oberen und unteren Deckenplatte sozusagen nur angekittet sind, lösen sie sich leicht ab. Sie stehen auch nicht genau senkrecht auf den Platten, verlaufen gewöhnlich etwas schief, bisweilen sogar schwach spiralig und sind, wie schon erwähnt, nur spärlich vorhanden. Wahrscheinlich steht hiermit, um trotzdem die Festigkeit der Flügeldecken zu



Figur 4.

Lucanus cervus L. ♀. Flügeldecke zerlegt. a Lackschicht, b lederartige Schicht, c äußere Balkenlage, d innere Balkenlage, e Dornenschicht. 350:1.

gewährleisten, die mächtige Beschaffenheit und der komplizierte Aufbau des Chitins in Zusammenhang. Zu erwähnen wäre noch, daß die Säulen des Typus II infolge ihrer Entstehung keine Einsenkung auf der Decke hervorrufen und ferner bei Aufsicht nicht die deutliche konzentrische Schichtung zeigen wie die des ersten, da hier die Lackschicht über sie hinwegzieht.

Nachdem wir nun Klarheit über den Bau der Käferflügeldecken gewonnen haben, gehen wir zur Betrachtung der nach der oben

angegebenen Methode isolierten Lamellen einer Elytre von *Lucanus cervus* über. Zunächst lösen sich 2 Schichten von den übrigen ab, die Außenlage, die etwa $\frac{1}{5}$ der oberen Deckenplatte darstellt und aus Lackschicht, Alveolarsaum und Grenzlamelle besteht, und die unterste Begrenzungsplatte, die Dornenschicht.

Die Außenlage (Fig. 4 a).

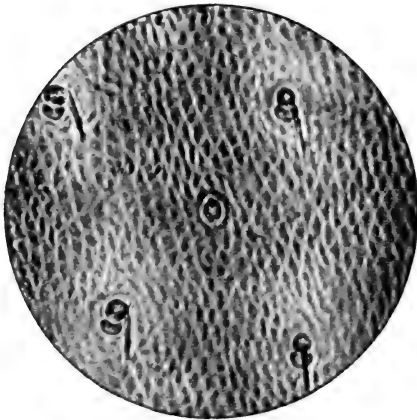
Von der Grenzlamelle ist in Aufsicht nichts zu sehen, da sie als homogenes farbloses Häutchen über der Lackschicht liegt, ebensowenig vom Alveolarsaum. Ich komme später noch auf diese beiden Gebilde zu sprechen.

Die Lackschicht besteht aus einer homogenen körnigen, bei auffallendem Licht rötlich braun, bei durchfallendem mehr dunkel gelb gefärbten Masse. Sie zeigt bei etwa 50 facher Vergrößerung schwache, wellige, längs der Decke verlaufende Erhöhungen. In den dazwischen liegenden etwas helleren Partien finden sich eingestochene Punkte, in denen die später zu besprechenden Haare sitzen. Man kann sie als Ganzes nicht mehr in einzelne Lagen spalten, wohl aber gelingt es bisweilen, wenn man ein Stück derselben unter dem Deckglas zerdrückt, an den Bruchstellen einzelne übereinanderliegende Zonen zu erkennen, die offenbar nacheinander gebildet wurden.

Was nun besonders an dieser Schicht auffällt, ist ihre „Wabenstruktur“, und sie ist es denn auch gewesen, die KAPZOV verleitet zu erklären: „daß die Cuticula der Insekten, wie kompliziert sie auch sein mag, durchweg aus einem zusammenhängenden Wabenwerk mit lockeren und dichteren Partien bestehe“. Daß es sich nicht um Waben im BÜTSCHLI'schen Sinne handeln kann, zeigt schon die Größe dieser sechseitigen Gebilde an; untersucht man ihre Entstehung, so sieht man mit aller Deutlichkeit, daß sie einen genauen Abklatsch der darunterliegenden Bildungszellen darstellen. Die Seiten der Sechsecke liegen nun nicht in einer Ebene mit dem von ihnen eingeschlossenen Teil, sondern sind vielmehr erhaben, sie stellen also ein Sechseckrelief dar, und zwar besitzt nicht nur die oberste Lage ein solches, sondern auch die tiefer liegenden. Diese eigentümliche Bildung kommt dadurch zustande, daß die Epidermiszellen in der Umgebung des zentral gelegenen Kernes die betreffende Substanz meist spärlicher abscheiden als an der Peripherie oder wie mir scheint richtiger ausgedrückt, am apikalen Teil der Zelle wird besonders das periphere Plasma in die Lackschicht umgewandelt, während der Kern mit seiner Umgebung,

nachdem einmal eine dünne Lage gebildet ist, davon verschont bleibt und in die Tiefe rückt, da ja die Zelle noch beim Aufbau anderer wichtiger Cuticlargebilde mitzuwirken hat. Ähnliche Verhältnisse sind von KORSCHULT bei der Bildung des Chorions von Insekteneiern beobachtet worden — das aber, wie WESTER neuerdings behauptet, nicht aus Chitin bestehen soll — und von mir für eine andere Substanz bei der Carotinbildung in den Flügeldecken von *Gonioctena viminalis* L., *f. calcarata* F. (d, p. 10).

Hatten wir in den bisherigen Lagen ein Relief, dessen Erhabenheiten dorsad gerichtet waren, so zeigt die Grenzschicht,



Figur 5.

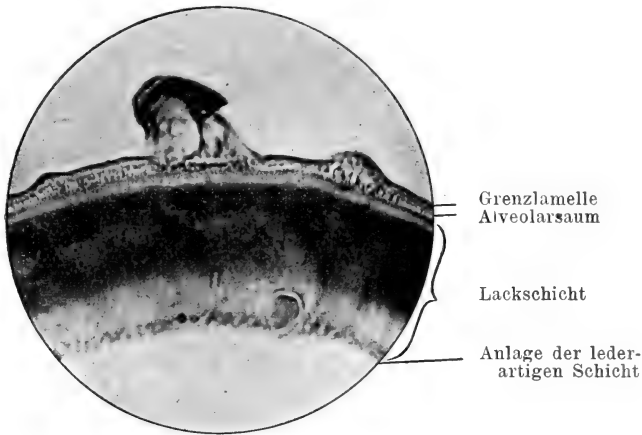
Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Die unterste Lage der Lackschicht von unten mit Innenrelief. In der Mitte eine Säule, umgeben von 4 Haarporen, neben diesen die nierenförmigen Öffnungen für die die Grenzlamelle bildenden Drüsen. 350:1.

welche die Lackschicht von der ersten Lamelle der chitinen Hauptlage trennt, merkwürdigerweise nach innen, also ventral gerichtete Erhabenheiten. Es besteht ebenfalls in der Hauptsache aus Sechsecken, die aber weit unregelmäßiger und mehr in die Länge gezogen sind, als die der übrigen Lagen (Fig. 5).

Was deren Färbung anbelangt, so sind die äußersten und innersten am intensivsten braun gefärbt, während die inneren heller, mehr gelblich, tingiert sind. Nach SLATER (p. XXXII) soll dieses braune Pigment ein Tanninderivat sein. Besonders instruktive Bilder über die Zu-

sammensetzung der Außenlage der Flügeldecke von *Lucanus cervus* lieferten mir Schnitte durch die Decke eines gelben Käfers, der durch einen günstigen Zufall gerade in dem Augenblick abgetötet worden war, als die Abscheidung der Grenzlamelle erfolgte. Um diese Zeit hat nur erst die Bildung der ersten Chitinschicht der gleichzusprechenden Hauptlage begonnen, s. Fig. 6, alles andere stellt nur Außenlage dar. Der mittlere später gelblich gefärbte Teil der Lackschicht hat sich mit Hämatoxylin blau gefärbt, erscheint also im Photogramm dunkel, die äußere und innere später braune Begrenzung besitzt dagegen gelbliche Eigenfarbe. Die Lackschicht weist eine dorsoventral verlaufende fibrilläre Struktur auf. Nach außen davon ist sehr deutlich

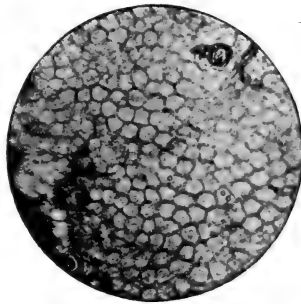
ein Alveolarsaum im Sinne BÜTSCHLI's oder die Stäbchenschicht BIEDERMANN's zu sehen. Er besteht aus dicht nebeneinanderstehenden stark lichtbrechenden, mit Pikrinsäure sich gelb färbenden Stäbchen.



Figur 6.

Lucanus cervus L. Schnitt durch die Flügeldeckenrand eines gelben (unausgefärbten) Käfers. Delafield-Van Gieson. 450:1.

Als äußerste dorsale Begrenzung finden wir dann die Grenzlamelle, die auf Schnitten durch fertige Decken als dünne farblose Membran erscheint (s. Fig. 2 a), hier aber, da sie noch nicht erhärtet, sondern eben erst abgeschlossen war, durch die plötzliche Konservierung in ganz unregelmäßiger Weise erstarrt ist, und infolgedessen besonders klar zur Anschauung kommt. Sie tritt uns in diesem Stadium als basophiles Sekret entgegen, das bei Aufsicht bei seiner Ausbreitung auf dem obersten Sechseckrelief der Lackschicht, als mit Hämatoxylin gebläutes Häutchen, in dem die Partien, die über den Sechseckwänden liegen, einen dunkleren blauen Ton angenommen haben, auffällt (Fig. 7). Bei einigem Zusehen findet man auch diejenigen Stellen der Decke, aus denen die Flüssigkeit fließt, Poren, die an dem fixierten Material durch einen blauen Pfropf verstopft sind. Und zwar liegt je eine nierenförmige Öffnung neben einem Haargebilde, auf das ich noch kurz zurückkommen werde; beide Gebilde sind über die ganze Decke verbreitet und in großer



Figur 7.

Lucanus cervus L. Gelber, un-
ausgefärbter Käfer. Das die
Grenzhaut liefernde Sekret hat
sich soeben über die Decke er-
gossen. Es ist basophil. (Mit
Hämatoxylin blau gefärbt.)
350:1.

Anzahl vorhanden und täuschen bei flüchtigem Hinsehen eine Säule vor (s. Fig. 5, wo 4 der Haare mit den Poren um eine Säule angeordnet sind). Auf dem Querschnitt finden wir näheren Aufschluß über diese Elemente. Die Öffnung ist der intrazelluläre Ausgang



Figur 8.

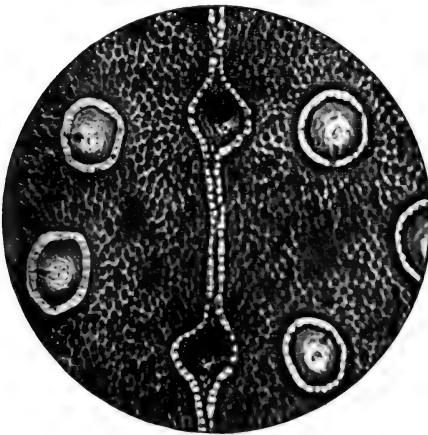
Lucanus cervus L. Gelber unausgefärbter Käfer. Rand der Flügeldecke. Außenlage mit Haar und Drüse. Delafield-Gieson. 450:1.



Figur 9.

Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Decke quer. (Sinnes-?) Haar. 450:1.

einer einzelligen länglichen Drüse mit langgestrecktem Kern (Fig. 8). Das Haar stellt allem Anschein nach ein Sinneshaar dar. Es ist ziemlich breit, meist etwas gekrümmt und spitzt sich allmählich zu.



Figur 10.

Anachalcos cupreus F. Lackschicht. 100:1.

Der in die Lackschicht eingesenkte Teil besteht aus einem hohlen Chitinzyylinder, der in der Mitte eine kuglige Anschwellung zeigt, diese Stelle wird umgeben von einer an der eigentlichen Basis des Haares befestigten Chitinglocke. In den hohlen Teil des Haares tritt eine oft deutlich sichtbare Fibrille ein (Fig. 8, 9) und die unter ihm liegenden Zellen zeichnen sich durch größere Kerne aus. Näheres konnte ich leider an meinem nur mit Alkohol konservierten Material nicht

ermitteln, besonders nicht über den weiteren Verbleib der Fibrille. Mir erscheint es ziemlich wahrscheinlich, daß es sich hier um ein Sinneshaar handelt, daß die Chitinglocke und der Zylinder zum Schutze des zentralen Teiles während des Erhärtungsprozesses

dienen — bei dem auch die Grenzhautdrüse ganz zugrunde zu gehen scheint bis auf die nierenförmige Öffnung — und daß bei Zerrungen des Haares der Reiz der Nervenfibrille mitgeteilt wird. Die Bedeutung der kugligen Anschwellung im Innern der Glocke wäre dann aber noch unklar.

Die Lackschicht macht in ihrer ganzen Beschaffenheit und auch in ihrem Aufbau — wie es schon BIEDERMANN hervorhebt — einen ganz anderen Eindruck als das Chitin, wie wir es in der Hauptlage antreffen, wenn es auch gegen Säuren und Alkalien, wie es scheint, ebenso widerstandsfähig ist wie dieses. Bei WESTER (Taf. 11, Fig. 1), der die Arthropoden auf das Vorkommen von Chitin nach der komplizierten VAN WISSELINGH'schen Chitosanreaktion nachprüfte, zeigen die Schichten der Hauptlage deutlich die Violettfärbung, die das Vorhandensein von Chitin vor der Umwandlung in Chitosan anzeigt, die Lackschicht dagegen ist auch hier gelb gefärbt, besteht also offenbar nicht aus Chitin.

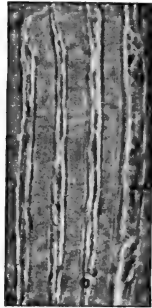
Welch komplizierte Ornamente die Lackschicht bisweilen aufweisen kann, möge diejenige des afrikanischen Scarabaeiden *Anachalcos (Chalconotus) cupreus* F. demonstrieren (Fig. 10). In allen Fällen scheint für sie das Sechseckrelief charakteristisch zu sein; selbst wenn man es an der einen oder anderen Stelle nicht deutlich sehen kann, tritt es an einer anderen um so klarer hervor, und zwar auch bei ganz glatten Formen wie etwa *Oryctes Pyrrhus* BURM.

Die Hauptlage (Fig. 4) (b—d).

Unmittelbar unter der Lackschicht liegt eine Lamelle, die ich wegen ihrer Konsistenz und Farbe die „lederartige Schicht“ (Fig. 4b) nennen will. Sie ist wie die vorhergehende ebenfalls meist braun pigmentiert, von sehr zäher Beschaffenheit und weist in der Längsrichtung der Decke verlaufende, bisweilen durch spitzwinklige Queranastomosen in Verbindung tretende schwache Erhöhungen auf, zwischen denen sich eine helle, bei der nächsten Schicht ausführlich zu besprechende Substanz befindet. Im ganzen macht diese Lage den Eindruck wie etwa die Rinde mancher Bäume oder noch besser, wie gewisse Arten Leder. Sie ist oft sehr schwer zu isolieren; und ich vermochte sie nicht in allen Fällen von den übrigen Schichten zu trennen. In der in Fig. 4b dargestellten typischen Ausbildung scheint sie sich hauptsächlich beim ♀ zu finden.

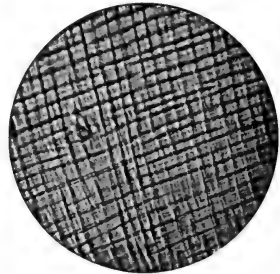
Jetzt folgen, wenn wir weiter ventrad gehen, diejenigen Elemente, die von BIEDERMANN und KAPZOV schon eingehend studiert und von letzterem „Balkenlagen“ genannt wurden. Sie sind es, welche

die bei Aufsicht auf eine Hirschkäferdecke charakteristische netzartige Streifung vortäuschen. Im Querschnitt sind sie auf Fig. 2 a, in Aufsicht in Fig. 4 c, d, dargestellt. BIEDERMANN sagt im Handbuch der Physiologie p. 825 von der Hauptlage des Chitinskelettes, daß sie bestehe „aus durchsichtigen von der Seite her etwas flachgedrückten Stäben (Balken) oder dicken Fasern, die im allgemeinen parallel verlaufend und stellenweise miteinander anastomosierend ihrerseits wieder aus sehr feinen Fibrillen bestehen“ . . . Man erkennt, „daß jene Balken nur selten auf längere Strecken hin unverzweigt verlaufen, sondern sich stellenweise spalten oder durch kurze Anastomosen verbunden sind . . . Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß sich die Richtung der Chitinfasern oder Balken in benachbarten Schichten in der Regel annähernd rechtwinklig kreuzt.“



Figur 11.

Lucanus cervus L. Eine Lamelle der äußeren Balkenlage. Zwischen den Balken die helle Zwischensubstanz. 700:1.



Figur 12.

Lucanus cervus turcicus Strm. 3 Lamellen der äußeren Balkenlage mit anastomosierenden Balken und Kreuzspalte. 350:1.

Der Autor nimmt also an, daß es sich hier um dicht nebeneinander liegende Balken handelt. Und in der Tat kann dieser Eindruck sowohl auf Schnitten als auch bei Anblick von oben leicht vorgetäuscht werden. Gelingt es aber eine einzelne Lamelle der Hauptlage zu isolieren, wie sie Fig. 11 zeigt, so zeigt sich klar und deutlich die wahre Natur dieser Gebilde. Es handelt sich um glashelle, nur in den obersten Lamellen bisweilen etwas gelbliche Platten, in denen, und zwar der ganzen Tiefe nach durchgehend deutlich-fibrilläre Chitinsubstanz mit einer stärker lichtbrechenden noch halb plasmatisch erscheinenden nichtfibrillären von unregelmäßiger Struktur abwechseln, und zwar sind die Balken etwa doppelt so breit wie die „Zwischensubstanz“, wie ich sie nennen will. Das Auffallende ist, daß diese keinerlei Farbstoffe annimmt; während sich

die Balken mit Jod, Hämatoxylin, Eosin usw. färben, bleibt die Zwischensubstanz von der Färbung stets ausgeschlossen; was noch mehr den Eindruck vortäuscht, als ob sich an ihrer Stelle ein Hohlraum befände. Die einzelnen Balken sind, wie ich BIEDERMANN gegen KAPZOV durchaus bestätigen kann, besonders in manchen Lagen deutlich aus feineren Fibrillen zusammengesetzt. Balkenanastomosen habe ich in diesen Schichten nur selten gefunden, dagegen scheinen sie die Regel bei *L. cervus turcicus* Strm. (Fig. 12) zu sein. Auf Querschnitten durch die Flügeldecke sah ich neben der lederartigen Schicht 8 Balkenlagen. Außerordentlich schwer war es aber bei Aufsicht, die Reihenfolge der verschiedenen verlaufenden Balkenlagen festzustellen, ich hoffe jedoch, daß die folgende Darstellung richtig ist. Zunächst ergab sich die wichtige Tatsache, daß je 4 Lagen enger zusammengehören. Die 4 oberen besitzen bei weiten breitere Zwischensubstanzzonen und die Balken anastomosieren kaum, die unteren dagegen zeigen ein häufiges Kommunizieren der Balken und weniger ausgebildete Zwischensubstanz oder anders ausgedrückt, sie machen weit mehr den Eindruck von homogenen Lamellen, in denen sich schlitzförmige mit der Zwischensubstanz gefüllte Aussparungen finden. Ich trenne infolgedessen eine „äußere Balkenlage“ (Fig. 4c) von einer „inneren Balkenlage“, jede besteht, wie gesagt aus 4 Schichten. Der Balkenverlauf der ersten Lage der äußeren Schicht bildet mit den in der Längsrichtung der Elytre verlaufenden Erhöhungen der lederartigen Schicht einen Winkel von ca. 80° und den gleichen mit dieser die auf sie folgende. Der Winkel zwischen ihr und der dritten beträgt ca. 60° (56°), während die letzte auf ihr wieder fast senkrecht steht. Die ersten Lamelle der inneren Balkenlage steht in dem Verlauf ihrer Balken zu der letzten der äußeren wieder in einem Winkel von etwa 60° . Die beiden nächsten weichen nur um einen sehr spitzen Winkel von deren Faserverlauf ab, während die unterste, sehr dünne Lage auf der vorletzten senkrecht steht. Auf der Fig. 4d sind ein höher und ein tiefer liegendes fast miteinander paralleles Balkensystem und links unten (durch einen Pfeil markiert) ein dazu im spitzen Winkel stehendes zu sehen, ferner die abschließende Querlamelle. Es erhebt sich nun die Frage nach der Ursache dieses komplizierten Baues. Die Aussparungen dienen wohl der Materialersparnis, weshalb ist aber der Wechsel im Balkenverlauf notwendig? Verließen alle Chitinstäbe in den einzelnen Lamellen in derselben Richtung, so würden auch jedesmal die Zwischensubstanzstreifen aufeinandertreffen und in der Weise Stellen von geringer Widerstandskraft

geschaffen werden. Durch den Wechsel der Winkel wird diese Gefahr in glücklichster Weise vermieden. In der unteren Balkenlage, die nur geringere Aussparungen aufweist, ist die Winkeländerung kaum noch nötig, nur die letzte abschließende Lamelle steht daher senkrecht auf der vorhergehenden. Die Kreuzung der Fibrillen in aufeinanderfolgenden Schichten findet sich nun aber auch, wie wir noch sehen werden, in fast homogenem Chitin; die eigentliche primäre Ursache dieser Erscheinung ist also noch dunkel. Es muß hier noch erwähnt werden, daß die einzelnen Lamellen, wenn sie an einer Säule herabsteigen, ihre charakteristische Struktur verlieren und dünne homogene Häutchen darstellen, die ventrad jenseits der inneren Balkenlage, alle ineinander übergehen (Fig. 2a). BIEDERMANN konstatierte dagegen bei *Cybister Owas*, daß die Balkenlagen an den Säulen ihre charakteristische Struktur beibehielten. KAPZOV beschreibt dorsoventrale, zwischen den einzelnen Balken verlaufende Fasern, die er Zwischengerüst nennt und auf Taf. XV Fig. 18 abbildet. Ich habe diese Gebilde nicht auffinden können, anscheinend handelt es sich um Mißdeutung der Zwischensubstanz.

Somit hätten wir dann alle diejenigen Gebilde besprochen, die auf vorerst noch ziemlich rätselhafte Weise aus der einen Reihe dorsalen Epidermiszellen hervorgehen. Ich hoffe später auch über die Entstehung der hier behandelten Elemente Auskunft geben zu können.

Zur Besprechung bleibt uns nun nur noch die untere Platte der Elytre,

die Dornenschicht (Fig. 4e).

Sie liegt, wie Fig. 2a zeigt, der unteren Balkenlage nicht direkt an, sondern ist nur durch die Säulen mit ihr verbunden, so daß sie auch bei Mazeration sich zuerst abhebt. Sie besteht aus mehreren sehr feinen Chitinlamellen, deren unterste kleine Dörnchen trägt; in ihrer Anordnung zeigen sie bisweilen Wirbelbildung (Fig. 4e). Interessant ist, daß diese Gebilde mit den entsprechenden der häutigen Flügel korrespondieren. Sind an der Elytre Spinulae vorhanden, trägt auch die Ala solche, runden sie sich zu perl-förmigen Gebilden ab, so besitzt der Flügel auch solche, wie ich es für *Melasoma vigintipunctatum* Scop. gezeigt habe (c, p. 190). An diesen Dornen läßt sich, wie hier nebenbei bemerkt sei, der Chitinierungsprozeß sehr gut verfolgen. Ohne die theoretische Wichtigkeit des Vorganges zu kennen, berichtet schon KRÜGER über die Bildung der Spinulae folgendes (p. 33): „Ich beobachtete ihre Bildung bei *Lema asparagi* im Anfang des Puppenstadiums.

Die Zellen des Hinterflügels zeigen alsdann kurze spitze Fortsätze über die Oberfläche der Flügeldecke, an der vorerst eine Chitinausscheidung nicht wahrzunehmen ist, hervorragend. Sie sitzen wie Kegel oder Flammen den Zellen auf und bestehen anfänglich nur aus Protoplasma. Auf ihnen scheidet sich dann nach und nach Chitin aus, und zwar im selben Verhältnis wie das Plasma schwindet¹⁾. Der fertige Stachel besteht nur aus Chitin.“ Ein ähnliches Entstehen einer Spitzencuticula durch direkte Umwandlung von Plasma habe ich bei Raupen festgestellt (a, p. 191, Fig. 4).

Lackschicht und Balkenlagen finden sich nun in ganz ähnlicher Ausbildung auch in allen übrigen festeren Teilen des Panzers, in den Beinen, dem Kopf- und Halsschild, den Mandibeln des ♂ usw. und auch in den Bauchsterniten, nur sind oft wie etwa in der Kopfplatte die einzelnen Schichten in größerer Anzahl vorhanden. Eine besonders interessante Bildung weisen die inneren Schichten des Thorax auf. Hier zeigt sich nämlich eine deutlich geflechtartige Anordnung des Chitins (Fig. 13). Wie man aber an ein- und derselben Lamelle konstatieren kann, die an den Rändern noch typische Balkenkonstruktion aufweist und allmählich in die eben besprochene übergeht, entsteht die neue Bildung, die ganz auffallend an gewisse bindegewebige Fasern erinnert, dadurch, daß die Balken stärker miteinander anastomosieren und die Zwischensubstanz ganz schwindet.

Die für die Hauptlage charakteristische Zwischensubstanz ist auch da vorhanden, wo man sie wegen ihrer Feinheit als solche nur erkennen kann, wenn man sie vorher in typischer Ausbildung gesehen hat. So kann man sie z. B. in den inneren, sehr feinen Lamellen der Decke von *Melasoma vigintipunctatum* Scop. (Fig. 14) und *populi* L. durch Färbung der Balken mit Eosin sehr gut zur Darstellung bringen. Der Faserverlauf ist zwar in den einzelnen Lagen ebenfalls verschieden, aber bei weitem unregelmäßiger als beim Hirschkäfer und verläuft mehr in gebogenen Linien.

In dem Augenblick, wo die Zwischensubstanz in den einzelnen Chitinplättchen nicht mehr kontinuierlich in einer Richtung ver-

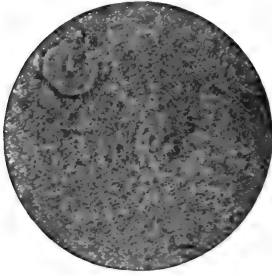


Figur 13.

Lucanus cervus L. Geflechtartige Anordnung des Chitins in den ventralen Schichten des Halsschildes. 350:1.

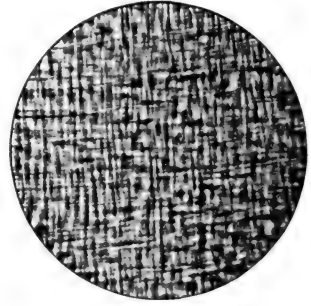
¹⁾ Von mir gesperrt.

läuft, sondern ganz unregelmäßig bald hier bald da auftritt, wie wir es schon bei der inneren Balkenlage von *Lucanus* angedeutet sehen, geht natürlich die Balkennatur der Schichten, und damit auch deren äußeres Kennzeichen, die Kreuzstreifigkeit der Decke



Figur 14.

Melasoma XX punctatum costellum Mars.
Flügeldecke in Aufsicht mit den sehr feinen
Balkenlagen. 350:1.



Figur 15.

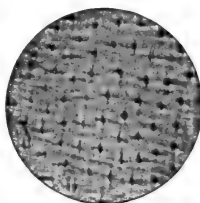
Xyloryctes satyrus F. Hauptlage der Flügel-
decken mit unregelmäßigen Aussparungen.
350:1.

bei Aufsicht verloren. Einen weiteren Schritt auf diesem Wege macht die Hauptlage von *Xyloryctes satyrus* F. (s. Fig. 15). Bei unserem Nashornkäfer endlich und vielen anderen Arten führt die Reduktion der Zwischensubstanz zur Bildung der sogenannten

„Kreuzporen“. Hier sind in den Lamellen nur ganz kurze, strichförmige Stellen mit dieser Masse ausgefüllt. Der Winkelwechsel in dem Fibrillenverlauf der Lamellen ist ebenfalls vorhanden, es deckt sich hier aber immer die Zwischensubstanz, auf diese Weise entsteht das, was die Autoren als „Kreuzporen“



a



b

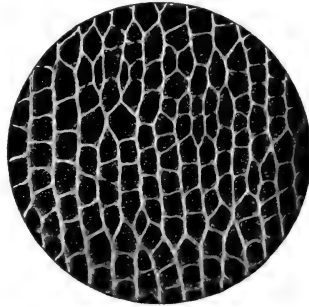
Figur 16.

Bradysternus viridis Guérin. Links 1, rechts 2 Lagen
aus der Mitte der Flügeldecke; zeigt deutlich die
Natur der Kreuzspalten als ausgesparte Stellen. 350:1.

beschrieben haben, Gebilde, die auch einzeln in den typischen Balkenlagen des Hirschkäfers vorkommen (s. Fig. 12). Ich betone aber ausdrücklich, daß es sich hier nicht um Öffnungen im Chitin handelt, wie man bisher annahm (s. Fig. 16). Man bezeichnet sie daher besser als „Kreuzspalten“. Erwähnt sei noch, daß in der inneren Balkenlage von *Lucanus* die hier rundlich ovalen Aussparungen, die zur Bildung der Kreuzspalten Veranlassung geben,

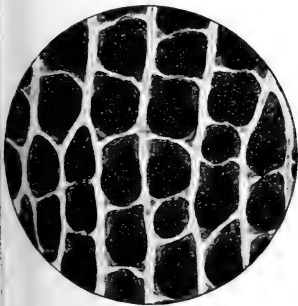
in einen Chitinrahmen eingespannt sind (s. Fig. 13 a), und daß ihr zentraler Teil aus einer mit Jod stärker färbbaren Substanz besteht.

Der Gedanke liegt sehr nahe, daß dieses verschiedenartige Auftreten der Zwischensubstanz auf mechanische Ursache zurückzuführen sei. Dem scheint aber nicht so zu sein. Wenn auch im allgemeinen gesagt werden kann, daß die betreffenden Teile im ganzen möglichst fest gebaut sind, so wird sich wohl kaum die Zweckmäßigkeit im Bau jeder einzelnen Lamelle nachweisen lassen, warum hier gerade soviel Schichten, da mehr oder weniger vorhanden sind, warum bei in Habitus, Größe und Lebensweise ähnlichen Tieren, bei denen auch die Lackschicht übereinstimmend gebildet ist, der eine Balkenlagen, der andere Lamellen mit Kreuzspalten aufweist (wie etwa bei Hirsch- und Nashornkäfern). Andererseits zeigen wieder Käfer mit ganz verschiedener Inanspruchnahme der Flügeldecken dieselben Strukturen. *Cetonia aurata* L. fliegt bei geschlossenen Decken, *Oryctes nasicornis* L. benutzt sie zum Fliegen, und beide weisen in der Hauptsache denselben Deckenbau auf.

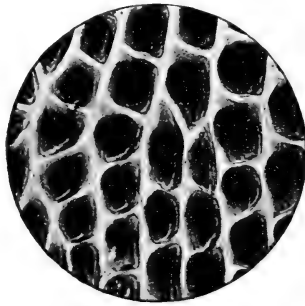


Figur 17.

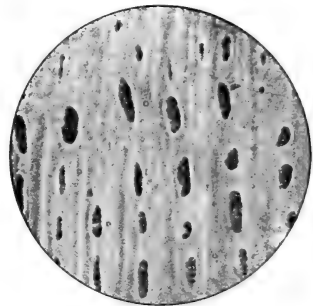
Sphinx ligustri L. Intersegmental-
haut der Puppe mit Hohlrohren-
system. 125:1.



a



b



c

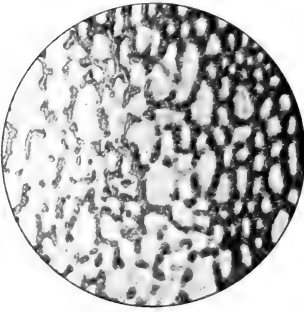
Figur 18.

Wie Figur 17. a Lackschicht von oben, b von unten, c unterliegende Chitinlamelle mit Aussparungen. 350:1.

Endlich kommen auch bei systematisch nahestehenden Formen die verschiedenartigsten Bildungen vor. Unter den Ruteliden, einer Familie der Lamellicornier, besitzt z. B. *Chrysina macropus* FRANCILLON Balkenlagen, *Bradysternus viridis* GUÉRIN Kreuzspalten-

lagen und *Adoretus vestitus* BOH. hat homogene Platten, in denen nur eine schwach fibrilläre Struktur nachzuweisen ist.

Eine sechseckige Felderung im Chitin, wie normalerweise in der Lackschicht, fand BIEDERMANN bei *Anachalcos* (*Chalconotus*) *cupreus* F. (SCARAB.). Ich kann diese Angaben bestätigen mit der Einschränkung, daß auch hier die untersten Lagen fibrillär gebaut sind.



Figur 19.

Papilio podalirius L. Intersegmentalhaut der Puppe nach dem Schlüpfen; in den Hohlröhren Luft. 125:1.

Während wir also für die Lackschicht als typisch eine sechseckige Felderung, entsprechend der Form der Bildungszellen konstatieren konnten, zeigt das Chitin eine solche nur ausnahmsweise. Dieses stellt vielmehr Platten mit einem mehr oder weniger deutlichen fibrillären Bau dar, in dem sich verschiedenartige Aussparungen, die mit einer nichtfibrillären, weniger differenzierten Zwischensubstanz angefüllt sind, finden. Der Fibrillenverlauf ändert sich mehr oder weniger in aufeinanderfolgenden Schichten.

Der Fibrillenverlauf ändert sich mehr oder weniger in aufeinanderfolgenden Schichten.



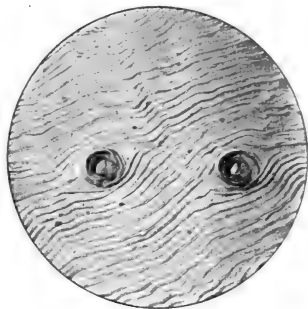
Figur 20.

a. Cuticula des Kopfschildes der Larve von *Hydrophilus piceus* L. b. Cuticula des Cephalothorax von *Argiope Coquerelli* Vinson. Jedes sechseckige Kästchen entspricht einem ansetzenden Muskelbündel. 350:1.

Ich will hier noch auf einige besonders charakteristische Strukturen hinweisen. Die Intersegmentalhaut der Lepidopterenpuppen weist eine sehr merkwürdige Bildung auf (Fig. 17. 18 a). Auf der Lackschicht findet sich nämlich ein zierliches Netzwerk

von hell gefärbten, im Leben mit einer Flüssigkeit gefüllten Hohlröhren, die zwischen denselben gelegene Partie springt ventral pflugscharähnlich vor (Fig. 18 b). Unter ihr liegt eine ziemlich dünne Chitinlamelle, die mit körnlicher, bräunlicher Masse gefüllte Aussparungen aufweist (Fig. 18 c). Diese Strukturen sind bei den verschiedenen Arten ziemlich übereinstimmend. Nach dem Schlüpfen des Falters dringt Luft in die Kanäle ein (Fig. 19), weswegen die Intersegmentalhäute der Exuvien gewöhnlich weißlich erscheinen. Die physiologische Bedeutung dieser Bildungen müßte erst noch ermittelt werden, vielleicht haben sie etwas mit der Atmung zu tun.

Charakteristisch für den Kopf vieler Insektenlarven und den Cephalothorax mancher Spinnen sind Komplexe, mit einem stark hervortretenden Sechseckrelief in einer fasrigen Grundmasse. Wie man sich leicht überzeugen kann, entspricht jedes Kästchen einem ansetzenden Muskelbündel (Fig. 20 a, b). Endlich sei noch auf eine andere Form der Chitinlamellen, wie sie sich z. B. am Abdomen der Spinne *Argiope Coquerelli* VINSON findet, hingewiesen. Hier ist das Chitin offenbar zur Versteifung in wellige Falten gelegt (Fig. 21).



Figur 21.

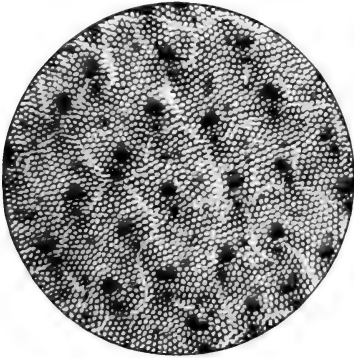
Argiope Coquerelli VINSON. Abdomen. Verstärkung der Chitinlamellen durch Faltung. 350:1.

Das Sekretrelief der Cicindelen und anderer Coleopteren.

Bei meinen Untersuchungen über die Käferflügeldecken, die ich auf die Vertreter der verschiedensten Familien ausdehnte, machte ich die merkwürdige Entdeckung, daß bei vielen Elytren mit besonders ausgeprägter Oberflächenskulptur sich diese in verdünnter Kalilauge im Thermostaten völlig auflöste. Dies führte zur Auffindung des dritten Typus des Deckenbaues, der direkt von den beiden ersten abzuleiten ist, in dem nämlich an Stelle der Grenzlamelle ein mächtiges etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Decke ausmachendes „Sekretrelief“ getreten ist. Tritt dieses bei einer Decke des Typus II wie etwa bei der Rutelide *Chrysina macropus* Fr. auf, so fehlt die Lackschicht. Besonders typisch ist es bei den Cicindeliden ausgeprägt, ich will daher die betreffenden Verhältnisse bei unserer gemeinen *Cicindela hybrida* L. besprechen.

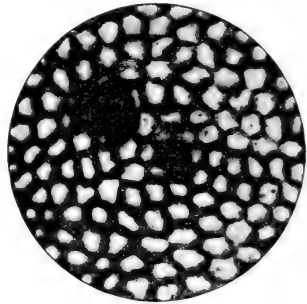
Was die Decke von *Cicindela* gegenüber etwa der von *Melasma* charakterisiert, ist einerseits die stärkere Entwicklung des

Chitins und andererseits besonders das Auftreten des neuen Elementes, einer Reliefskulptur, die der Hauptsache nach aus erhabenen Leisten besteht, die nicht ganz regelmäßige sechseckige, oben offene Kästchen bilden; daneben kommen noch buckelförmige Erhebungen vor (Fig. 22 u. 27). Zwischen dorsaler und ventraler Lamelle ist es zur starken Chitinentwicklung gekommen, so daß nur ganz kleine Hohlräume zwischen ihnen übrig bleiben, die an vielen Stellen auch völlig schwinden können. Von der oberen Platte gehen



Figur 22.

Cicindela hybrida maritima Latr. ♂.
Sekretrelief der Flügeldecke. 60:1.



Figur 23.

Cicindela hybrida L. Ein Skulptursystem
der Decke. 350:1.

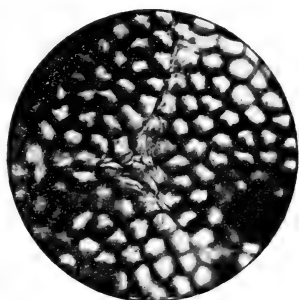
auch hier die Columnae ab, und zwar von seichten, den Patinae entsprechenden Einsenkungen, die aber bei Aufsicht von oben kaum in Erscheinung treten, da über sie noch das Kästchenrelief hinwegzieht.

Zwei Elemente der Skulptur sind von besonderer Wichtigkeit:

1. je nach der Spezies mehr buckel- oder schuppenförmige Erhebungen, für die ich den Namen „Cyrtome“ (von κυρτος der Schildbuckel) in Vorschlag bringe;
2. die den Patinae entsprechenden Stellen der Decke, von wo aus die hier ziemlich starken Columnae zur unteren Lamelle ziehen. In der Breite der primären Columna (an die sich später nach und nach neue Chitinlagen anlegten) fehlen die Kästchen. Diese Stelle will ich als den „Kurvenanfangspunkt“ bezeichnen, da von hier aus die Sechsecke in kreis-spiraliger Anordnung ausgehen.

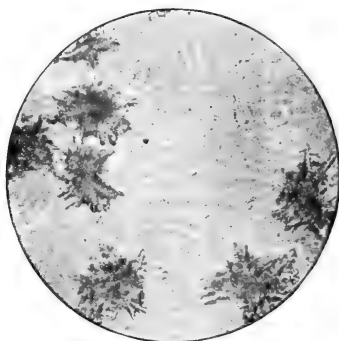
Cyrtom, Kurvenanfangspunkt und die von diesen ausgehende Spirale von Sechsecken stellen ein „Skulptursystem“ dar (Fig. 23). Über die Elytren verlaufen meist noch eine große Anzahl hellerer Linien, die ich „Nahtlinien“ nennen will (Fig. 22). Bei stärkeren

Vergrößerungen konstatiert man, daß es an den betreffenden Stellen beim Aufeinanderstoßen zweier Sechseckreihen nicht zur Bildung einheitlicher normaler Leisten gekommen ist, sondern daß die skulpturbildende Masse in einigen unregelmäßigen fädigen Strängen liegt, etwa so, als wenn Fäden einer zähflüssigen Substanz auf der Decke haften geblieben wären (Fig. 24). Die Nahtlinien stellen nicht die Grenzen verschiedener Skulptursysteme dar, wie man vermuten könnte, sondern verlaufen ganz unregelmäßig. Über ihre Bedeutung und die Ursache ihres Entstehens habe ich bis jetzt



Figur 24.

Cicindela hybrida maritima Latr. ♂.
„Nahtlinien.“ 350:1.



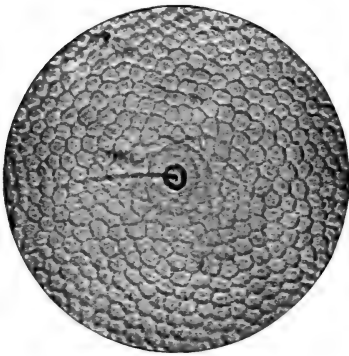
Figur 25.

Cicindela hybrida maritima Ltr. Flügeldecke
nach Behandlung mit HKO. 150:1.

genaueres nichts ermitteln können. Wie es scheint, treten sie bei den ♂♂ deutlicher hervor. Die weißen Stellen der Decken weisen dieselbe Skulptur auf wie die pigmentierten, nur fehlen ständig die Cyrtome, wie schon LENG richtig erkannte.

Stellt man eine *Cicindeladecke* in verdünnter Kalilauge etwa 8 Tage lang auf den Thermostaten, so geht mit ihr eine merkwürdige Veränderung vor. Sie entfärbt sich ganz, jedoch sind die weißen Stellen von den ehemals braunen noch deutlich abgesetzt. Die gesamte Reliefskulptur löst sich in Kalilauge, sie besteht also nicht aus Chitin. Betrachtet man jetzt eine Elytre, so sind Cyrtome und Sechsecke völlig geschwunden, dafür treten aber die sehr dicht stehenden großen Patinae deutlich hervor. In einigen Fällen zeigen sich außerdem farblose Kristalldrüsen, die möglicherweise einen aus der Verbindung von HKO mit dem skulpturbildenden Stoff hervorgegangene Verbindung angehören (Fig. 25). Von den Anhangsgebilden der unteren Lamelle sieht man infolge der Dicke der Decke bei Aufsicht nichts. Um die Entstehung des Reliefs eingehend zu studieren, müßte man den

„Erhärtungsprozeß“ der Decken nach dem Verlassen der Puppe studieren. Größeres Material hierzu stand mir nicht zur Verfügung, doch konnte ich dank dem Entgegenkommen von Herrn Dr. KUNTZEN vom Mus. für Naturk. 2 frisch geschlüpfte, unausgefärbte Tiere, eine *Cicindela hybrida* L. und eine *C. silvatica* L. untersuchen. Es ergab sich, daß bei ihnen von einer Reliefskulptur noch nicht geredet werden kann, es findet sich nur eine dünne Chitinlage, die offenbar als Abklatsch der unterliegenden Epidermiszellen sechseckig gefeldert ist, von Cyrtomen ist noch nichts zu sehen (Fig. 26). Will man einen weiteren Einblick in den Aufbau der Skulptur gewinnen, so empfiehlt es sich, die fertigen Flügeldecken etwa 2 Tage lang der Einwirkung von Kalilauge auszusetzen. Das



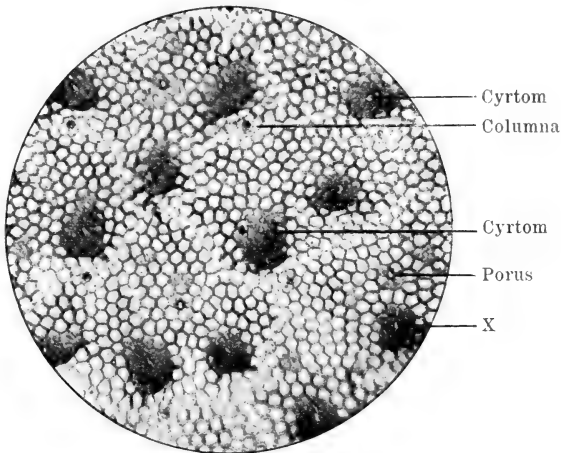
Figur 26.

Cicindela silvatica L. Frisch geschlüpfter Käfer. Decke in Aufsicht. 150:1.

Relief wird dadurch nicht völlig zerstört, sondern nur die oberflächlichen Schichten etwas abgetragen, wobei aber die charakteristischen Bestandteile durchaus erhalten bleiben (Fig. 27). Es zeigt sich dann, daß an der Basis der Cyrtome je 4 bis 5 feine Poren liegen, durch die offenbar das skulpturerzeugende Sekret herausfließt und sich auf den chitinig vorgebildeten Sechseckkanten ausbreitet. Nach dem Sekreterguß staut sich anscheinend die Masse an den Poren und bildet über der auch dort vorhandenen Sechseckskulptur (Fig. 27x) eine höckerförmige Er-

höhung, das Cyrtom (*cyrt.*). Deutlich treten an so behandelten Decken die an pigmentierten Stellen derselben ebenfalls und zwar sehr dunkel gefärbten Columnae als schwarze Kreise in die Erscheinung (*col.*). Ferner finden sich auf den Flügeldecken unregelmäßig zerstreut kleine Poren (Fig. 33 *por.*), die gewöhnlich von 4 Sechsecken umstellt sind, in denen wohl in frischem Zustande ein Haar stand, wie bei der noch unausgefärbten Decke auf Fig. 26 zu sehen ist. Bei den im Freien gefangenen Tieren fand ich Haare nur noch in den großen Randporen. Sie sind bedeutend größer als die eben besprochenen und mit einem wulstigen Chitinrand versehen (Fig. 28). In ihnen steht ebenfalls ein einfaches aufrechtes Haar, das aber bei alten Tieren gewöhnlich abgebrochen ist. Diese Elemente stehen längs der Naht in einer unregelmäßigen Reihe, die an der Basis der Decke sich mit etwa 3—4 Poren hakenförmig nach

innen oder außen umschlägt, ein weiterer Komplex von ihnen gegen den Außenrand hin aus 2—3 der Naht parallelen Reihen aus etwa je 2—5 Poren bestehend; und endlich zieht eine Reihe von ihnen sich dicht am Außenrand entlang. Ihre Zahl und Anordnung ist aber fast bei jedem Exemplare verschieden. Die gerandeten Poren treten immer in Begleitung eines Cyrtomes auf und stehen etwa so wie ein Kurvenanfangspunkt zum Cyrtom (Fig. 28). An den nichtpigmentierten Stellen der Decke fehlen sie ebenso wie die Ciese. Schiebt sich einmal weiße



Figur 27.

Cicindela hybrida maritima Latr. Sekretrelief etwas mit HKO behandelt. 160:1.

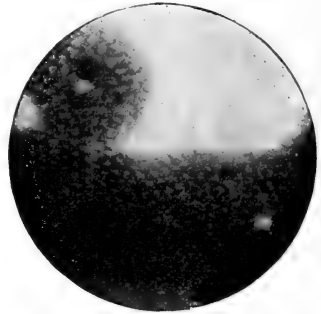
Zeichnung in die Porenlinie an der Naht und müßte dem Abstand nach an der betreffenden Stelle ein Porus stehen, so fällt dieser aus; oder aber — wie es z. B. an der Apikallunula von *Cic. campestris* L. öfter der Fall ist — die Grundfarbe schickt einen lappenförmigen Fortsatz in die weiße Mondbinde, der auch völlig abgeschnürt in dem Weiß liegen kann und in ihm steht dann der „Borstenpunkt“ der Systematiker (Fig. 29, 30). Wie schon oben erwähnt, ist die Entwicklung des Chitins zwischen den beiden Deckenlamellen eine sehr mächtige, der größte Teil der Elytren ist ganz massiv geworden. Die primären Columnae sind meist noch deutlich zu erkennen, in ihrem Bereich gehen die einzelnen Chitinschichten bogenförmig um sie herum. Die Grenzen der ursprünglichen dorsalen und ventralen Lamellen sind gegenüber dem sekundären Füllchitin kaum noch festzustellen. An der Ventralseite der Decke finden sich verhältnismäßig kleine Chitindornen, die schräg

gegen die Deckennaht gerichtet sind (Spinulae). Nur an der Schulterbeule treten die (für *Melasoma XX-punctatum* für die ganzen Elytren charakteristischen) Perlae auf, die allmählich gegen den Apex und den Suturalrand hin in die Spinulae übergehen. Ganz



Figur 28.

Cicindela hybrida riparia Latr. Randporus
der Decke. 340 : 1.

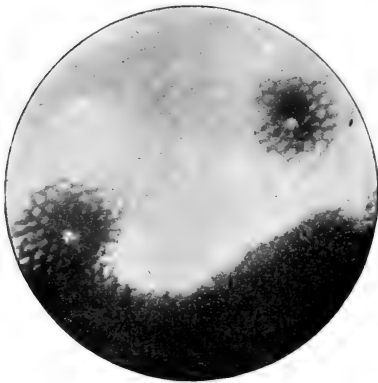


Figur 29.

Cicindela campestris pontica Motsch.
Vorsprung des braunen Flügelteils mit Porus
in die weiße Apikallunula. 125 : 1.

besonders wichtig ist der Umstand, daß die farblosen und die pigmentierten Teile der Elytren einen abweichenden Bau zeigen, trotzdem sie nicht scharf voneinander getrennt sind, sondern all-

mählich mit gebuchteten unregelmäßigen Begrenzungen ineinander übergehen. An den weißen Stellen sind auf Schnitten die Columnae noch deutlich als solche zu erkennen und das Füllchitin liegt in sehr gleichmäßigen feinen Schichten, im übrigen Teil der Elytren dagegen sind die Säulen sehr unscharf abgesetzt und die Lagen des Zwischenchitins weit unregelmäßiger. Wie schon KRÜGER (p. 30) hervorhebt, sind an dieser Stelle als Zeichen für ihre Herkunft von der oberen Lamelle auch die primären Columnae pigmentiert.



Figur 30.

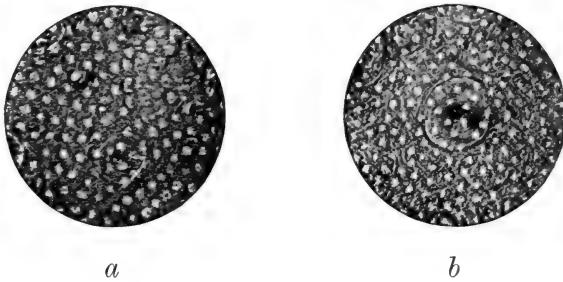
Cicindela campestris aus Lussin.
Wie Figur 29.

(„Der axiale Teil ist als ursprünglich äußerer Teil ebenfalls wie die oberste Schicht des Flügelchitins pigmentiert.“)

Nach den Untersuchungen GORTNERS (p. 754) entsteht bei den Coleopteren das schwarze Pigment infolge der Oxydation eines Chromogens durch ein Enzym, die Tyrosinase. Diese ist überall

in der Hämolymphe vorhanden, während das Chromogen an bestimmten Stellen lokalisiert ist. Nach dem eben Mitgeteilten muß die Abscheidung des Chromogens für die schwarzen Zeichnungselemente der Elytren schon rechtzeitig in der Puppe geschehen, bevor die beiden Deckenlamellen in Verbindung getreten sind, da sonst die Columnae, die im Bereich pigmentierter Stellen liegen, nicht durch ihre Schwarzfärbung die Herkunft von der oberen dorsalen Flügelplatte dokumentieren könnten. Allem Anschein nach entspricht das Pigment der Cicindelen mehr dem der Käfer, die wie etwa *Melasoma* auf hellem Grunde schwarze Zeichnung zeigen, und ist ganz verschieden von dem des Hirschkäfers und ähnlicher Formen.

Oben war schon erwähnt worden, daß sich die Strukturen der Balkenlagen bei *L. cervus typ.* und *L. cervus turcicus* unterscheiden,

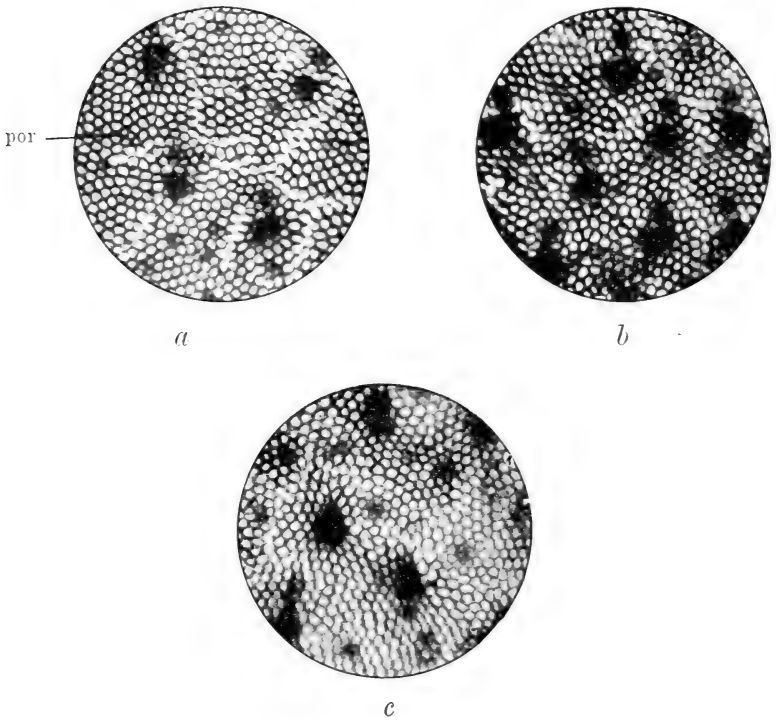


Figur 31.

Melasoma XX punctatum Scop. Aufsicht auf die Decke. *a typ.* *b* Subspezies *costellum* Mars.
160 : 1.

ebenso sind die *Spinulae* bei der asiatischen Form viel feiner als bei deutschen Tieren. Ferner hatte ich früher gezeigt (*b* p. 146), daß bei Aufsicht betrachtet die absolute Größe von Patinae und Perlae und ihr Größenverhältnis zueinander bei *Mel. XX-punctatum* ein gutes Unterscheidungsmerkmal für die europäische und die japanische, sonst schwer auseinanderzuhaltenden Unterarten (Fig. 31 *a b*) ist. Es war zu erwarten, daß bei Arten, die eine so komplizierte Oberflächenskulptur haben wie die Angehörigen der Gattung *Cicindela*, Lokalitätsunterschiede noch deutlicher in die Erscheinung treten würden. Diese Vermutung hat sich im vollsten Umfange bestätigt; und zwar sind besonders Cyrtom und Kurvenanfangspunkt für die geographische Rassenforschung der Cicindelen von Bedeutung. Ich will dies an einem Beispiel demonstrieren. Gleich hervor-gehoben muß werden, daß die Cyrtome in betreff ihrer Größe und

Form besonders bei schwachen Vergrößerungen oft zu Täuschungen Anlaß geben, je nach dem Gesichtswinkel, unter dem man sie betrachtet (vgl. auch die Photogr.). Daher sind diese Eigenschaften für unsere Zwecke wenig brauchbar, sie scheinen auch nicht sehr beträchtliche Verschiedenheiten aufzuweisen. Als wichtig ist vielmehr ihre Anzahl und die Entfernung der Cyrtome vom Kurvenanfangspunkt, gemessen durch die Zahl der zwischen beiden liegenden Kästchenreihen. Diese Angabe läßt sich mit absoluter



Figur 32.

Cicindela hybrida L. Das Sekretrelief auf den Flügeldecken dreier Rassen. *a hybrida typ.*, *b hybrida maritima*, *c hybrida riparia*. 100:1.

Genauigkeit gewöhnlich nicht machen, da die schräg stehende Schuppe immer einige Reihen verdeckt. Wir sind also auf die Zählung der bei direkter Aufsicht von oben sichtbaren angewiesen.

Für die 3 Rassen unseres braunen Sandläufers *Cicindela hybrida hybrida* L. (untersuchte Tiere aus Finkenkrug b. Spandau), *C. hybr. maritima* LATR. (aus Steegen, Westpr.) und *C. hybr. riparia* (aus Mendel, Tirol) ergab sich folgendes (Fig. 32): *Riparia* besitzt das stärkste, *maritima* das hinfälligste Chitin (cfr. auch v. Lengerken

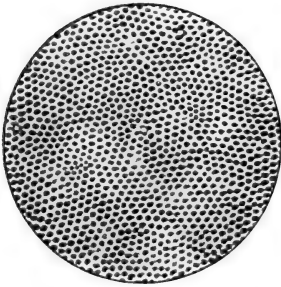
p. 23), *hybrida* steht in der Mitte. In der Anzahl der Cyrtome verhält sich *C. hybr. hybrida*: *hybr. maritima*: *hybr. riparia* etwa wie 1:1,6:1. Die von *riparia* sind mehr schuppenförmig, die von *maritima* höckerartig, während die *hybrida*-Cyrtome etwa die Mitte zwischen beiden halten.

Zwischen Kurvenanfangspunkt und Cyrtom sind bei *hybr. hybrida* 2—3, bei *hybr. maritima* 1,5—2, bei *hybr. riparia* 3 oder mehr Sechseckreihen sichtbar. Im übrigen verweise ich auf die Photographie. Die durch die verschiedene Skulptur und Dicke des Chitins bedingten Unterschiede treten nun auch besonders bei Betrachtung der Decken im auffallenden Licht in die Erscheinung. Man begreift vollauf das Entzücken des alten DESCHAMPS, wenn man diese wunder-vollen gesättigten Farben und gegeneinander unvergleichlich schön abgetönten Ornamente, welche oft an alte Kirchenfenster, durch die die Sonne scheint, erinnern, zum ersten Male bei hellem Lichte unter dem Mikroskop zu sehen bekommt, und man wird nicht müde, sie immer von neuem anzuschauen. Die originellsten und wirksamsten Vorlagen für den Kunstgewerbler liegen hier offen zutage.

Es treten bei Aufsicht bei starker Beleuchtung (bei diffusum Licht sind die Farben etwas anders) infolge des durch ihre abweichende Chitinstruktur hervorgerufenen Farbeffektes die Patinae deutlich in die Erscheinung; gemäß dem über die Stärke der Elytren Gesagten sind sie bei *hybr. riparia* am größten. Relativ am wenigsten farbenprächtig ist die Decke von *C. hybr. riparia*. Die Patinae erscheinen braun, umringt von Grün, das allmählich zwischen den Patinae in Gelbgrün übergeht. Auf den Sechsecken liegen einige blaue Lichter. Die Cyrtome erscheinen gelbrot, gegen den Flügelrand hin mehr kupferrot. Bei *hybr. hybrida* sind dagegen die Patinae blau, bläulichgrün umringt. Die Zwischenräume zwischen ihnen gelblichgrün. An den kleinen Poren der Decke leuchten einige rote Lichter auf. Cyrtome goldfarben. *Hybr. maritima* endlich weist blaue grün umsäumte Patinae auf, die Zwischenräume sind kupferrot, die Cyrtome von einem leuchtenden tiefen Rot. — Ich gedenke später an einer weit verbreiteten Art, der *Cic. campestris*, die Bedeutung des Sekretreliefs für die Rassenforschung eingehender zu behandeln.

Bei der sehr primitiven, ganz unpigmentierten *Platychila pallida* F. findet sich ein nur sehr schwach entwickeltes gleichmäßiges Sechseckrelief, das aber die Patinae deutlich hindurchschimmern läßt. In der Decke liegen um die Säulen herum große Räume, die mit Luft angefüllt sind. In ausgedehntem Maße finden

wir diese Erscheinung zwischen den einzelnen Schichten der Flügeldecke bei der Rutelide *Areoda Leachi* MC. LEAY und zwar offenbar auch beim lebenden Tier. OHAUS (p. 251) berichtet nämlich folgendes: „Das lebende Tier gewährt einen prachtvollen Anblick; milchweiß wie ein großer Opal glänzt es in kupfrigen, goldigen und erzgrünen Reflexen — die, wie man sich leicht überzeugen kann, ausschließlich durch die hier sehr dünne Lackschicht hervorgerufen werden (P. S.) — erst nach dem Tode tritt die schal gelbe Farbe mit überwiegend grünen Schiller auf.“ *Pseudochyla bipunctata* LATR. (Fig. 33) weist nur Sechsecke sowohl auf pigmentierten als auch unpigmentierten Stellen auf; *Phaeoxantha* (*Megacephala*) *Klugi* CHD. zeigt an den gelblichen und bräunlichen Teilen der Decke durchgängig Sechsecke und Cyrtome, während letztere an unpigmentierten Stellen in der Regel fehlen. Es scheint so, als ob bei den Cicindelen das Vorhandensein einer einfachen Sechseckskulptur und der Mangel an Pigmentierung das Ursprüngliche ist, abgesehen von so abgezweigten Formen wie *Mantica* und *Mantichora*, die kein Sekretrelief, sondern eine Lackschicht mit Dörnchen besitzen. Bei den Genera, die auch noch Cyrtome haben, stehen diese oft über den Columnae selbst und nicht neben ihnen; z. B. bei *Tetracha distinguenda*

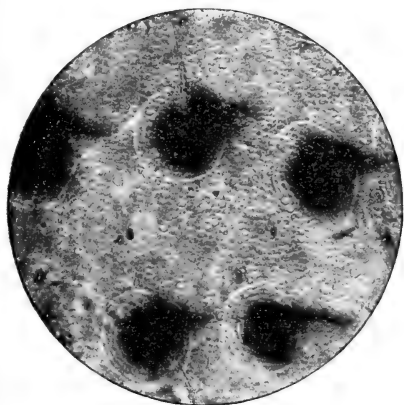


Figur 33.

Pseudochyla bipunctata. Sekretrelief der Elytre. 100:1.

W. HORN, über dem Höcker liegt hier noch wie ein Augenlid ein brauner Längskiel (Fig. 34). Ähnlich, doch ohne letzteres Gebilde, ist die Skulptur von *Theretes labiatus* F., nur weist sie außer den normalen kleinen Sechsecken noch große Pentagone auf, die immer ein Cyrtom in sich einschließen. Die Decke von *Metriochila nigricollis* (RCH.) zeigt neben dem Cyrtomen sehr deutlich die Öffnungen, aus denen wohl das Sekret herausfloß (Fig. 35) (an dieser Stelle noch innerhalb der Patinae findet sich dieser Porus gewöhnlich bei den Decken des Typus I); besonders interessant ist sie aus dem Grunde, weil sie den Übergang vermittelt zu dem ganz ähnlich gebauten Sekretrelief der Gattung *Carabus* (Fig. 36), während die Costae usw. dieses Genus nur sekundäre Auffaltungen darstellen, unter denen die auf der übrigen Decke dicht nebeneinanderstehenden Säulen fehlen. Dagegen besitzt *Calosoma sycophanta* L. keine Sekretlage, sondern eine ziemlich dicke braune Lackschicht, der auch die grüne Oberflächenfarbe zukommt. In einem Falle konnte ich sehr schön die

Bedeutung der Sekretschicht für das Zustandekommen der Elytrenfärbung konstatieren. Die brasilianische Rutelide, *Chrysina macropus* FRANÇ., weist eine in HKO lösliche Reliefskulptur auf, die



Figur 34.

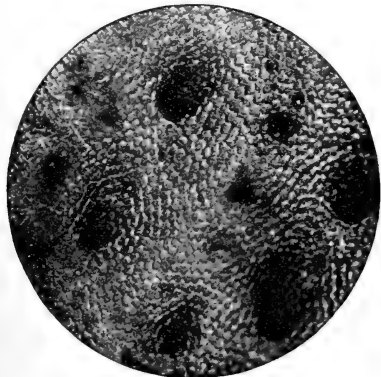
Tetracha distinguenda W. Horn. Sekretrelief der Elytre. 250:1.



Figur 35.

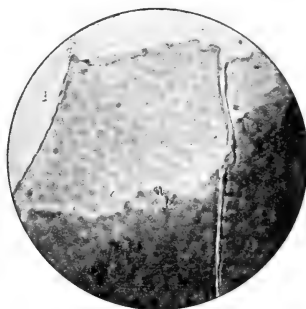
Metriochila nigricollis Rehe. Sekretrelief der Elytre. 250:1.

sich im Gegensatz zu der anderer Spezies in einzelne Blättchen zerspalten läßt, die alle ähnlich wie bei der Lackschicht jedes einzeln die Sechsecke aufweisen (Fig. 37). Die oberen sind gelblich,



Figur 36.

Carabus hortensis L. Sekretrelief der Elytre. 250:1.



Figur 37.

Chrysina macropus Francillon. Sekretrelief der Elytre, Bruchstück. 350:1.

die unteren farblos. Unter der Sekretschicht folgt eine dunkelbraune Lederschicht. Die untersten unpigmentierten zuerst gebildeten Lagen sind trübweißlich und erscheinen isoliert, bei durchfallendem Licht betrachtet leicht bläulich, durch die darunter-

liegende braune Schicht wird dieses Blau verstärkt; die oberen gelben Sekretlagen verwandeln endlich dieses in das schöne helle Grün, das der Käfer aufweist. Schabt man vorsichtig die oberste Schicht ab, so kommt unter ihr die intensiv blaue Färbung zum Vorschein. Hiermit stimmt sehr gut die Beobachtung von OHAUS (p. 394) an einer anderen Rutelide *Macraspis pantochloris* BLANCH. überein, er sagt von ihr: „Beim frisch entwickelten Käfer glänzt alles spätere Grün violett oder blau, erst mit dem Dickerwerden und Erhärten des Chitinpanzers stellt sich die grüne Färbung ein.“

Einen ähnlichen Fall vom Zustandekommen von Grün durch Überlagerung von optischem Blau durch Pigmentgelb hat BIEDERMANN bei *Smaragdithes* beobachtet (b, p. 243). Ich will hier nicht auf das schwierige Kapitel der Oberflächenfarben bei den Käfern eingehen, soviel ist sicher, daß für ihr Zustandekommen faßt nie das Chitin, sondern nur die Außenlage verantwortlich zu machen ist; daß der Alveolarsaum dabei eine große Rolle spielt, wie BIEDERMANN annimmt, möchte ich bezweifeln.

Zum Schluß sei allen den Herren, die mich bereitwilligst mit Material unterstützt haben, besonders Herrn Prof. KOLBE und Herrn Dr. KUNTZEN vom Museum für Naturkunde, Herrn Dr. HORN vom Deutsch. Entom. Mus., sowie Herrn Dr. OHAUS und Herrn H. v. Lengerken auch an dieser Stelle mein herzlichster Dank ausgesprochen. Ich hoffe in einiger Zeit Näheres über die Entstehung der hier besprochenen Strukturen Mitteilung machen zu können, während von anderer Seite im Berl. Zool. Inst. das Chitin der übrigen Arthropoden untersucht wird.

Literaturverzeichnis.

- BEAUREGARD, H.: Recherches sur les Insectes vésicants. Journ. anat. et phys. 21, 1885.
- BIEDERMANN, W.: a) Geformte Sekrete. Z. f. allg. Physiol. 2, 1903.
 b) Die Schillerfarben bei Insecten und Vögeln. Denk. med. naturw. Ges. Jena 11, Festschr. f. E. Häckel 1904.
 c) in H. WINTERSTEIN, Lehrbuch der vgl. Physiologie. Bd. III, p. 814—887.
- BÜTSCHLI, O.: Untersuchungen über Strukturen. Leipzig 1898.
- DESCHAMPS, B.: Recherches microsc. sur l'organisation des Elytres des Coleopt. Ann. Sc. nat. Zool. 3 sér. 3, 1845.
- GORTNER, K. A.: The Origin of the Pigment and the Color Pattern in the Elytra of the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). American Naturalist 45, 1911.
- HOFBAUER, C.: Beiträge zur Kenntnis der Insektenflügel. Z. wiss. Zool. 54, 1892.

- KAPZOV, S.: Untersuch. über den feineren Bau der Cuticula bei Insekten. Z. wiss. Zool. 98, 1911.
- KORSCHOLT, E.: Die Bildung der Eihüllen etc. bei den Insekten. Nova Acta Leop. Carol. 51, 1887.
- KRÜGER, E.: Über die Entwicklung der Flügel der Insekten mit bes. Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer. Inaug.-Diss. Phil. Fak. Göttingen 1898.
- LENG, W. Ch.: Revision of the Cicindelidae of Boreal America. Trans. Am. Ent. Soc. 28, 1912.
- V. Lengerken, H.: *Cicindela hybrida* L. und *C. maritima* Latr. Berl. entom. Zeitschr. 57, 1912.
- OHAUS, FR.: Die Ruteliden meiner Sammelreisen in Südamerika. Deutsch. Ent. Zeitschr. 1908.
- SCHULZE, P.: a) Die Nackengabel der Papilionidenraupen. Zool. Jahrb. Anat. 32, 1911.
 b) Zur Variabilität von *Melasoma XX punctatum* Scop. Berl. entom. Zeitschr. 56, 1911.
 c) Die Flügelrudimente der Gattung *Carabus*. Zool. Anz. 40, 1912.
 d) Studien über tierische Körper der Carotingruppe. I. Sitz. Ges. nat. Freunde Berlin 1913. Heft 1.
- SLATER: On the presense of Tannin in certain Insekts and its influence on their colour. Transact. Ent. Soc. London 1887.
- TOWER, W. L.: The Origin and Developement of the wings of Coleoptera. Zool. Jahrb. Anat. 27, 1902/03.
- WESTER, D. H.: Über die Verbreitung und Lokalisation der Chitins im Tierreich. Zool. Jahrb. Syst. 28, 1909/10.

Herr Prof. Dr. HAPKE (Bremen):

Über das Weserwehr und seine Fischpässe.

Durch die Unterweserkorrektion von FRANZIUS ist das Flußbett der Weser jetzt auf 6 m vertieft, so daß transatlantische Schiffe in einer Tide nach den Häfen unserer Stadt gelangen. Damit wurden aber die Ufergrundstücke und Außendeichsländereien trockengelegt, die nur durch einen Aufstau bis zu 5,5 m über N. N. ihre frühere Fruchtbarkeit behalten konnten. Der Bremische Staat hat daher mit einem Aufwande von mehr als zehn Millionen Mark in sechs Jahren die Wehranlage durch die Herren Baurat OELTJEN, Baumeister KÖLLE und Ingenieur PLATE erbauen lassen. Die vorgeführten Werkzeichnungen des Wehrs mit den Fischpässen hatte die Bauleitung gütigst zur Verfügung gestellt. Das Werk hat zwei

Öffnungen von je 54 m Weite, in die ein eiserner Kreissektor sich durch Wasserdruck heben oder sich in die unter dem Wehrkörper liegende Kammer senken läßt. Mittels der aufgestauten Wasserkraft werden jetzt 5 Turbinen betrieben, deren jede bis zu 750 PS. zu leisten vermag. Ihre Zahl kann später noch um 10 Stück vermehrt werden. Die Turbinen treiben Dynamos, welche die Stadt mit elektrischer Energie an Licht und Kraft versorgen.

Um die Nachteile des Wehrs von den Fischereiberechtigten abzuwenden und der Weser die Wanderfische zu erhalten, sind mit ca. 300 000 Mark Kosten 4 Fischpässe in das Wehr eingebaut: der Wildpaß, die Fischtreppe, die Fischschleuse und das Aalgerinne.

1. Der Wildpaß ist auf dem Vorlande am rechten Weserufer nach dem System des Belgiers DÉNIL angelegt. Er besteht aus 7 kreisförmigen Ruhebecken von 3 m Wassertiefe und ca. 100 qm Flächeninhalt. Sie sind miteinander verbunden, so daß jedes Becken das vorhergehende um 40 cm überragt. Der Paß dient sowohl dem Aufstieg von Lachs und Stör, als auch der kleinsten Aalbrut, die im Sommer an den feuchten Wänden oft sichtbar wird. Ein breiter Kanal führt die Fische vom obersten Becken ins Oberwasser. Nach Absperren des letzteren zeigten sich Brassen, Hechte und größere Aale, am Tage zuvor auch zwei Lachse in der Zuleitung.

2. Die Fischtreppe ist in dem mächtigen Pfeiler eingebaut, der das Wehr vom Turbinenhouse trennt. Sie hat 10 tiefe Kammern links und 6 rechts von je 5 m Länge und 4 m Breite, deren Scheidewände treppenartig emporsteigen und mit Schlupflöchern und Sperren versehen sind. Beim Besuch der Zoologischen Gesellschaft am 14. Mai nachmittags von 5 $\frac{1}{2}$ —6 $\frac{1}{2}$ Uhr wurden in einer abgesperrten Kammer zahlreiche Fische verschiedener Art sichtbar.

3. Die Fischschleuse, eine Erfindung des Geh. Baurat RECKEN, liegt neben der Fischtreppe. Zwei kleine Elektromotoren öffnen und schließen periodisch die Schützen.

4. Das Aalgerinne liegt hinter dem Turbinenhouse und besteht aus einer 28 m langen eichenen Röhre von 40,2 cm Querschnitt, die rampenartig vom Unter- zum Oberwasser führt. Schon 1909 wurde hier bei Ebbe am Eingange Aalbrut (montée) in großer Menge beobachtet, die sich in den folgenden Jahren bei jedem Besuche steigerte. Als in dem trockenen Jahre 1911 in der Aalleiter eine Lücke klaffte, schlüpfte die Montée hindurch und be-

deckte den Boden auf mehreren Quadratmetern. Dieses beständige und massenhafte Aufsteigen der Aalbrut von 7,5 bis 8,5 cm Länge, das bis Anfang Oktober dauerte, ist in Deutschland bisher noch niemals beobachtet worden. 1912 wurden die ersten Steigaaale am 27. April angetroffen, was sich genau am selben Datum dieses Jahres wiederholte. Am Schluß des Vortrags wurden 5 Präparate der Montée von verschiedener Herkunft vorgelegt sowie ein Exemplar des *Leptocephalus-Morisii* vom Conger.

Fünfte Sitzung.

Donnerstag, den 16. Mai, 9—12¹/₂ Uhr.

Nachdem die Rechnungsrevisoren ihren Bericht erstattet haben, wird dem Schriftführer Entlastung erteilt.

Dann folgt die Beratung über die folgenden Anträge des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht:

- „1. Die Gesellschaft wolle beschließen, sich wie bisher auch für fünf weitere Jahre an den Beratungen des Deutschen Ausschusses durch Entsendung eines ständigen Vertreters zu beteiligen.
2. Die Gesellschaft wolle beschließen, wie bisher auch weiterhin die ihrem Vertreter aus der Teilnahme an den Sitzungen erwachsenden Kosten zu übernehmen.
3. Die Gesellschaft wolle beschließen — sofern das ihre finanzielle Lage gestattet —, einen festen Jahresbeitrag zu einem Fonds zu leisten, aus dem die dem Deutschen Ausschuß durch die Geschäftsführung, durch Druckkosten, Kommissionssitzungen usw. erwachsenden Kosten bestritten werden sollen.“

Nach kurzer Empfehlung durch den Schriftführer werden die Anträge angenommen und als fester Jahresbeitrag die Summe von 50 M. festgesetzt.

Der Vorstand der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte hat an den Vorstand ein Schreiben gerichtet, in dem er bittet, über die Frage,

„ob es rätlich wäre, daß die Deutsche Zoologische Gesellschaft und andere wissenschaftliche Gesellschaften, die jetzt getrennt tagen, ihre Jahresversammlungen in je einem Jahre für sich allein, im zweiten Jahre aber in Gemeinschaft mit den andern Gesellschaften auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte abhielten, wobei dann in dem einen Jahre hauptsächlich die Sonderfragen einer jeden Einzelwissenschaft zur Beratung zu stellen seien, in jedem zweiten Jahre auf der dann nur alle zwei Jahre tagenden Naturforscher-Versammlung die Fragen beraten würden, an denen die Gesamtheit aller Naturforscher und Ärzte oder größere Gruppen Interesse haben,“

im Schoße der Gesellschaft zu beraten und „einen Abgeordneten zu ernennen, der auf der 85. Naturforscher-Versammlung zu Wien am Samstag, den 20. September 1913, in einer Sitzung mit dem Vorstände die angeregte Frage besprechen könnte.“

Diskussion:

Herr Prof. HEIDER (Innsbruck).

Herr Prof. BRAUER (Berlin) erkennt die Vorteile, die der Vorredner in einem gemeinsamen Tagen der D. Z. G. und der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte wohl an, aber auf der anderen Seite sieht er so viele Nachteile für erstere Gesellschaft, daß er sich ablehnend gegen den Vorschlag aussprechen muß. Die Zoologen haben sich ja gerade von der Naturforscherversammlung getrennt, weil ihre Interessen nicht in genügender Weise auf ihr befriedigt werden konnten. Die Naturforscherversammlung hat sich seitdem in keiner Weise geändert, um hoffen lassen zu können, daß ein Anschluß jetzt der Deutschen Zoologischen Gesellschaft besondere Vorteile bringen könnte. Er fürchtet, daß die Gesellschaft sehr stark darunter leiden würde, daß unsere Versammlungen nicht mehr so gut besucht und fruchtbringend sein werden, daß die Mitglieder wahrscheinlich nur alle zwei Jahre auf ihre Versammlungen kommen werden, daß die „Verhandlungen“ schlechter werden, weil die Referate wahrscheinlich in den Berichten der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erscheinen werden, daß der jetzt so erfreuliche rege Verkehr unter den Mitgliedern auf der großen Naturforscherversammlung nicht möglich, jedenfalls stark beein-

trächtigt werden wird u. a. Weiter hebt er noch hervor, daß die Mitglieder außer ihrem Beitrag für ihre Gesellschaft auch noch mindestens den Beitrag als Teilnehmer der Naturforscherversammlung zahlen müssen und daß die letztere im Herbst, die der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in der Pfingstwoche stattfindet, also die Versammlungen der letzteren nur durch ein halbes Jahr getrennt sind. Für die Zoologen liege nicht der geringste Grund vor, ihre Selbständigkeit aufzugeben oder zu vermindern. Es möge jedem überlassen bleiben, an der Naturforscherversammlung teilzunehmen.

Herr Dr. KUHN (Freiburg) erhebt das Bedenken, daß die Vorträge der allgemeinen Sitzungen und der fachverwandten die Mitglieder der Deutschen Zoologischen Gesellschaft so stark in Anspruch nehmen werden, daß die speziellen zoologischen Vorträge kaum mehr auf regen Anteil rechnen können, wenn sie sich am Ende der Verhandlungstage anschließen.

Herr Prof. HEIDER (Innsbruck).

Herr Prof. BRESSLAU (Straßburg).

Herr Dr. MARTINI (Hamburg).

Herr Dr. STRODTMANN (Wilhelmsburg).

Herr Prof. BRAUER (Berlin).

Herr Prof. SPENGEL (Gießen) weist darauf hin, daß für die Wahl des Versammlungsortes in beiden Gesellschaften sehr verschiedene Gesichtspunkte maßgebend seien und daß leicht der Fall eintreten könne, daß die Gesellschaft der Naturforscher und Ärzte an einem den Interessen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft durchaus nicht entsprechenden Orte tage.

Herr Prof. KORSCHOLT (Marburg) schlägt vor, Herrn Prof. HEIDER zu bitten, als Abgeordneter der Gesellschaft an der Sitzung des Vorstandes der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien teilzunehmen.

Der Antrag wird angenommen.

Darauf folgt die Abstimmung über die in der Beratung am Mittwoch gestellten Anträge auf Abänderung der Statuten. Zum Absatz 1 des § 5 sind folgende Anträge eingegangen:

1. Antrag des Herrn Dr. HASE:

Jedes Mitglied zahlt zu Anfang des Geschäftsjahres, welches mit dem 1. Januar beginnt und mit dem 31. Dezember endet, einen Jahresbeitrag von 20 M. an die Kasse der Gesellschaft.

2. Antrag der Herren KÜHN, BRESSLAU und MARTINI:

Jedes Mitglied zahlt zu Anfang des Geschäftsjahres, welches mit dem 1. Januar beginnt und mit dem 31. Dezember endet, einen Jahresbeitrag von 15 bzw. 5 M. (s. § 12, Abs. 3) an die Kasse der Gesellschaft.

Der Vorstand zieht seinen Antrag, nach welchem der 5 M.-Beitrag auf 10 M. erhöht werden sollte, zurück und schließt sich dem letzteren Antrag an.

Die Abstimmung ergibt die Ablehnung des Antrags HASE, dagegen die Annahme des Antrags KÜHN, BRESSLAU und MARTINI mit mehr als $\frac{2}{3}$ Majorität.

Zum Absatz 2 des § 5 sind folgende Anträge eingegangen:

1. Antrag des Herrn Dr. HASE:

Ablösungen der Beiträge durch Zahlung eines einmaligen Beitrags fallen in Zukunft weg.

2. Antrag des Herrn Dr. STEYER:

Die Jahresbeiträge können durch eine einmalige Bezahlung von mindestens 300 M. abgelöst werden.

3. Antrag des Herrn Prof. HEINCKE:

Die Jahresbeiträge können durch eine einmalige Bezahlung von mindestens 250 M. abgelöst werden.

4. Antrag des Vorstandes:

Die Jahresbeiträge können durch eine einmalige Bezahlung von mindestens 200 M. abgelöst werden.

Die Abstimmung ergibt die Ablehnung der drei ersten Anträge und die Annahme des Antrages des Vorstandes mit mehr als $\frac{2}{3}$ Majorität.

Zum Absatz 4 des § 5 liegt nur der Antrag des Vorstandes mit einem Zusatz von Prof. SPENGEL vor:

Mitglieder, welche der Gesellschaft mindestens 10 Jahre angehört und während dieser Zeit jährlich einen Beitrag von 15 M. (bzw. 10 M. nach der alten Bestimmung) entrichtet haben, können für die Zukunft ihre Beiträge durch eine einmalige Zahlung von mindestens 100 M. ablösen.

Der Antrag wird mit mehr als $\frac{2}{3}$ Majorität angenommen.

Zum Absatz 3 des § 12 liegt nur der Antrag des Vorstandes vor:

Über jede Versammlung wird ein Bericht veröffentlicht. Von diesem erhält jedes Mitglied, welches einen Jahresbeitrag von 15 M. entrichtet oder gemäß § 5 Abs. 2 und 4

die Jahresbeiträge durch eine einmalige Zahlung abgelöst hat, ein Exemplar unentgeltlich.

Der Antrag wird mit mehr als $\frac{2}{3}$ Majorität angenommen.

Ferner ist von den Herren MARTINI, KÜHN und BRESSLAU noch folgender Antrag eingegangen:

Der Vorstand möge an diejenigen Mitglieder, die ihre Beiträge bereits durch eine einmalige Zahlung von 100 bzw. 50 M. abgelöst haben, die Bitte richten, nachträglich diesen Beitrag auf die jetzt beschlossene Höhe von 200 bzw. 100 M. freiwillig zu erhöhen.

Der Antrag wird angenommen.

Dr. H. ERHARD (München):

Der Flug der Tiere.

M. H.! Sie wissen, es gibt zwei Prinzipien des Flugs: Leichter als die Luft, Aerostatik; und schwerer als die Luft, Aerodynamik.

Die Aerostatik findet im Tierflug soviel wie keine Anwendung, denn der Auftrieb, den ein Vogel durch die Erwärmung der in ihm befindlichen Luft erhält, beträgt pro kg Tiergewicht nur ca. 0,1 g (15, 20, 21, 27, 37, 72, 75, 76, 92, 131, 166, 179, 190).

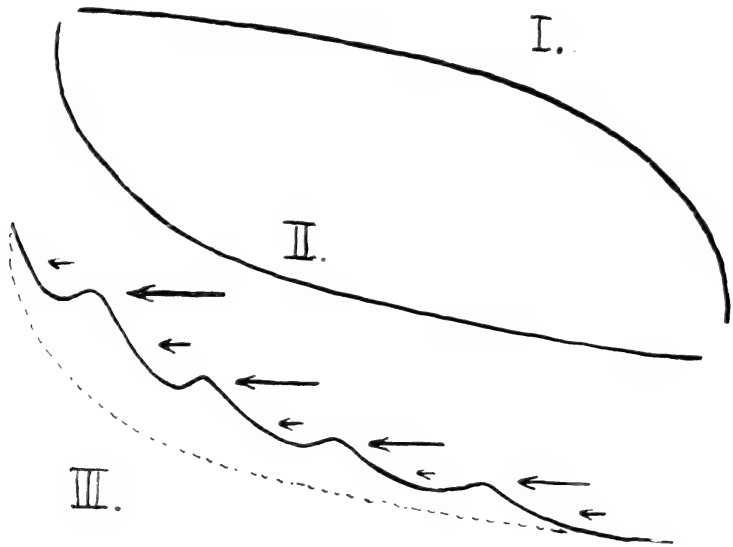
Der Flug „Schwerer als die Luft“ ist die wundervollste Energieumwandlung, die die Natur kennt. Bis 30 % beträgt der Nutzeffekt des menschlichen Muskels in Bewegung, über 60 % der des Vogels (nach GILDEMEISTER, 198). 62 % aller tierischen Organismen 75 % aller Landtiere können fliegen (PÜTTER, 156, 157).

Für den Flug „Schwerer als die Luft“ ohne Antriebsmittel (Flügel Schlag, Motor) gelten folgende Regeln (nach den Untersuchungen von RALEIGH, (183), O. LILIENTHAL 94, 97, 98, 100, 101 und anderen (9, 10, 11, 12, 14, 47, 83, 84, 104, 128, 154):

Ein beliebiger spezifisch schwererer Körper als die Luft fällt in unbewegter Luft, wenn ihm keine Beschleunigung erteilt wird, senkrecht herab (Fall), wenn er eine Beschleunigung hat, in Parabelform herab (Projektilflugbahn, Fig. 1 I). Besitzt dieser beliebige Körper Tragflächen, so werden im einfachsten Falle beide Fälle verlangsamt¹⁾.

¹⁾ Es sind hier nur die einfachsten Fälle erwähnt. In Wirklichkeit können bei ungleichartigen Schwerpunktsverlagerungen die kompliziertesten Fallrichtungen entstehen, wie dies besonders DINGLER (44) auseinandergesetzt hat.

Ein „ausbalancierter“ mit Tragflächen versehener Körper¹⁾, der spezifisch schwerer als die Luft ist, verhält sich folgendermaßen: 1. Bei Windstille gleitet er in einer erst steilen, dann sich verflachenden Kurve zu Boden (Fig. 1 II). 2. Bei aufwärts gegen den Körper strömender Luft bleibt er ganz in gleicher Höhe bzw. wird gehoben. 3. Wird der Körper von ungleich starken, waghrechten Luftströmungen von hinten bzw. vorne getroffen, so nützt er den relativ zu seiner eigenen Vorwärtsbewegung gleichartigere Wind (von vorne den schwächeren, von hinten den stärkeren) zur Vorwärts- und Abwärtsbewegung, den relativ ungleichartigeren



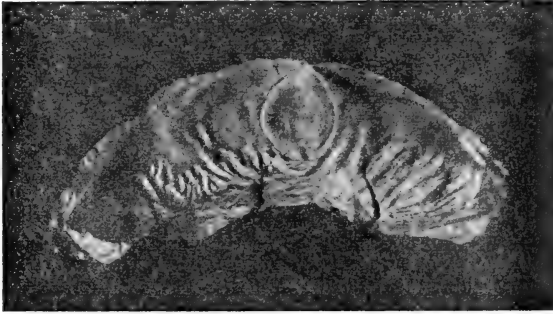
Figur 1.

I. Projekttilg. II. Gleitflug einer ausbalancierten Fläche. III. Gleitflug einer ausbalancierten Fläche bei ungleicher Windstärke. (Die Pfeile geben die Richtung des Windes, die Länge der Pfeile die Stärke desselben an.)

(von vorne den stärkeren, von hinten den schwächeren) zur Verlangsamung und Hebung aus. Er beschreibt dann eine sich allmählich verflachende, doch von Wellen unterbrochene Kurve nach abwärts (Fig. 1 III). Die Ausbalancierung der Flugfläche erfolgt dabei nach LILIENTHAL (101) und MOUILLARD (128) dadurch, daß die Resultante des Druckes der Luft (Auftriebsmittelpunkt) nicht durch die Mitte der Flugfläche geht, sondern ihrem Vorderrande genähert ist. Die automatische Stabilisierung erfolgt, indem bei zu flacher Neigung der Tragflächen der Auftriebsmittelpunkt nach vorne vor den Massen-

¹⁾ Beispiele dafür liefert die Natur in den Samen der Pflanzen *Zanonia* und *Bignonia*. (Vgl. DINGLER 44!)

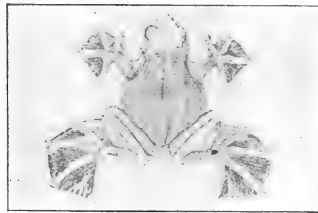
schwerpunkt rückt und den Hinterrand hebt. Erhöht wird der Auftrieb ferner nach LILIENTHAL (97, 100) bei dorsal gewölbten Flächen gegenüber ebenen. Damit ist die Erklärung gegeben, daß ausbalancierte gewölbte, nach vorwärts bewegte Flächen, die abwärts gleiten, wie sie der Vogelflug im Gleitflug darstellt, eine im Vergleich zu ihrer Größe riesige Tragkraft haben, denn bei ihnen kann nach PRANDTL (154) der Anprall eines wagrechten Luftstromes



Figur 2.
Flugsamen von *Zanonina*.

bis zum 12- oder 13fachen des wagrechten Widerstandes oder Rücktriebs betragen. Nach LANCHESTER (83, 84) gelten diese für den passiven Flug hier entwickelten Grundgesetze im wesentlichen auch für den aktiven Flug.

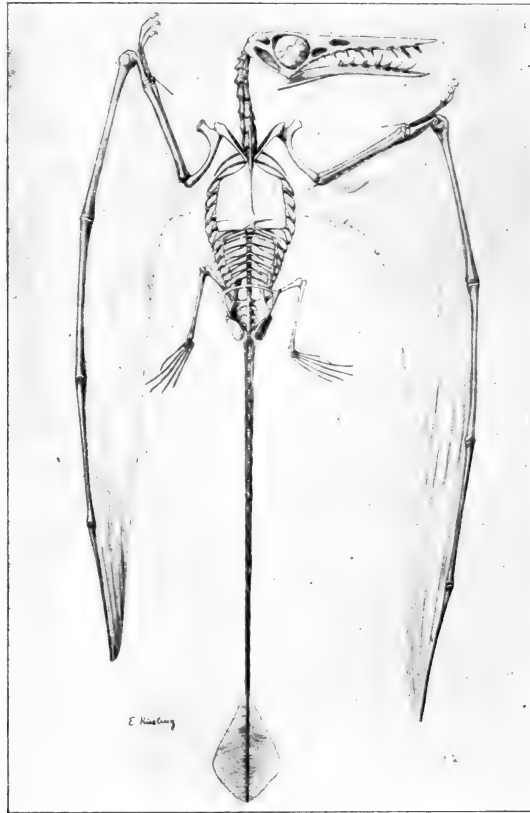
Die primitivsten Flugeinrichtungen besitzen (27, 72, 199, 43) *Galeopithecus* der Flattermacki, *Anomalurus*, die Flugbilche, ferner die Flughörnchen *Sciuropterus* und *Pteromys* und der Flugbeutel *Petaurus*. Die Hautanhänge des Körpers dienen dazu, den Fall zu verlangsamen. Da der Auffall dieser Baumierte in stumpferem Winkel zum Erdboden erfolgt als ihr Absprung — im Gegensatz zum eigentlichen Gleitflug —, so ist ihr Flug lediglich als Fallschirmflug zu bezeichnen. Das gleiche gilt vom „fliegenden“ Geko, *Ptychozoon*, und vom „fliegenden“ Drachen, *Draco fimbriatus* (43, 72), bei denen die Haut durch die Rippen angespannt gehalten wird, und endlich vom „fliegenden“ Frosch, *Racophorus Reinwardtii* (173, 191) (Fig. 3). Letztere beiden blähen die Flughaut auf (43, 173). Bei allen diesen Tieren scheint zum eigentlichen Gleitflug der Schwerpunkt nicht weit



Figur 3.
Racophorus Reinwardtii.
(Nach Siedlecki.)

genug nach vorne gelagert zu sein. Da der Flugfrosch nach SIEDLECKI (173) bisweilen mit den Hinterbeinen in der Luft schlägt, um sich in der richtigen Schwebestellung zu erhalten, stellt er den Beginn des Schweb- und Ruderflugs dar.

Einen typischen Gleitflug vollführen die Flugfische (3, 4, 6, 27, 39, 40, 46, 47, 72, 126, 127, 171), *Erocoetus*, *Pantopoden* und *Dactylopterus*. Durch einen Schwanzschlag heben sie sich aus dem



Figur 4.

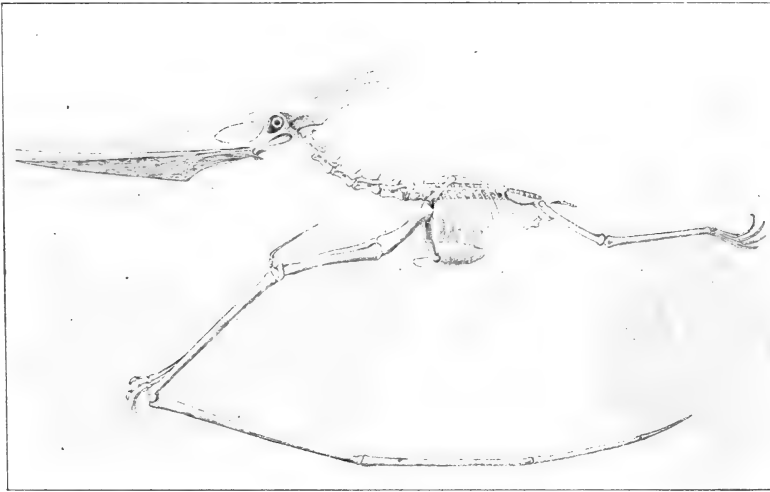
Rhamphorhynchus nach der Rekonstruktion von v. Stromer. (Nach v. Stromer.)

Wasser, breiten die Flossen aus und gleiten in der Luft dahin. Nach DU BOIS-REYMOND (46, 47) erhalten sie sich eine Zeitlang in der Luft entweder dadurch, daß sie die über einen Wellenkamm aufsteigende Luft durch Änderung der Flossenstellung zur Hebung ausnützen oder mit in einen Wellenkamm geführtem Schwanzschlag sich heben. Aktive Flügelruderschläge in der Luft finden nicht statt. Dazu ist die Flügelmuskulatur zu schwach, und dagegen

spricht, daß auf Schiffe gefallene Tiere nicht weiterfliegen können, so wenig wie nach DAHL (39, 40) an Schnüren in der Luft befestigte oder aus der flachen Hand herabgeworfene Tiere.

Die primitivste Form des Ruderflugs, der Flatterflug der Fledermäuse, geschieht durch Ausbreiten der Flügeldecken beim Abwärts- und Zusammenfallen beim Aufwärtsschlag. Als Steuer und Stabilisierung dient die Verbindung der Hinterbeine mit dem Schwanze (45, 47, 72, 106, 107).

Unter den Flugsauriern (4, 13, 70, 79, 80, 86, 87, 121, 124, 170, 181, 182, 196), die in kurz- und langschwänzige eingeteilt



Figur 5.

Pteranodon nach der Rekonstruktion von Eaton. (Nach Eaton.)

werden, muß der trefflichste Flieger *Rhamphorhynchus* (181, 182) gewesen sein (Fig. 4). Lange schmale Flügel und eine weit zurückliegende an einem langen Hebelarm befestigte Fläche, die nach v. STROMER (mündliche Mitteilung) mehr als Stabilisierungsfläche als als Höhensteuer wirken mußte, sind bezeichnend. Die Längsfältelung der Flügel ist nach meiner Ansicht nach Beobachtungen am Material der Münchner paläontologischen Sammlung nicht allein auf Zusammenfaltung beim Tode zurückzuführen, sondern dient dazu, die einstreichende Luft gegen die Punkte größten Widerstandes, die Flügelspitzen auszuleiten. Die Luft würde ohne dieselben gerade zu dem gar nicht versteiften und deshalb passiv flatternden Flügelhinterrand streichen müssen.

Von den kurzschwänzigen Flugsauriern hat der phylogenetisch jüngste bis 9 m Spannweite besitzende *Pteranodon* (48) (Fig. 5) sein Seitensteuer wahrscheinlich in Form eines Fortsatzes am Kopfe, wozu noch ungelenkige Halswirbel und Drehbarkeit im Altlastgelenke dienten. Die viel zu hoch gelegene, keinerlei Stabilität gewährende Steuerung stellt etwas recht Unvollkommenes dar¹⁾.

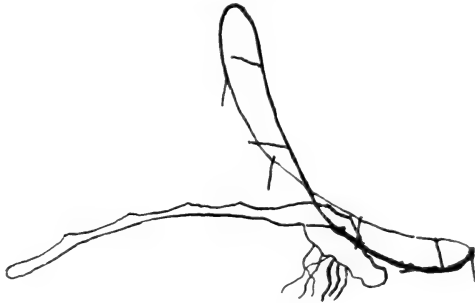
Die Insekten besitzen mannigfaltige, kaum unter einen Gesichtspunkt zu bringende Flatterflugarten, die trotz der hohen Verdienste MAREY'S (109, 110, 112, 118, 119, 120) und seiner Schule (33, 34) teilweise noch nicht geklärt sind. (Vgl. ferner: 5, 19, 27, 35, 47, 53, 65, 70, 72, 91, 92, 93, 106, 144, 145, 146—148, 150, 156, 157, 163!)

ABRAMOWSKY (5) hat ganz allgemein nach der Rippung der Unterseite der Flügel die Insekten in gute und schlechte Flieger einteilen wollen. Gute Flieger sollen nach dem Turbinenprinzip angeordnete starke, die Luft zweckmäßig komprimierende Rippungen haben. Das ist nach meinen eigenen, über viele hundert Arten sich erstreckenden Feststellungen sicher in dieser Form unrichtig (vgl. auch 19, 27, 93). Nur drei allgemein geltende Gesetze konnte ich ausfindig machen. Gute Flieger haben lang ausgezogene Flügel, gut fliegende Schmetterlinge haben den Hinterrand des Hinterflügels gezackt oder ausgespitzt, gut fliegende Libellen im inneren Drittel des Flügels auf der Unterseite eine tetraederförmige Vertiefung. Daß, wie ich es tat, nur Tiere einer Familie untereinander verglichen werden dürfen, lehrt schon die verschiedene Frequenz des Flügelschlages, die nach HESSE (72) bei der Libelle 28, dem Kohlweißling 9, dem Taubenschwanz 72, der Biene 190 und der Stubenfliege 330 in der Sekunde beträgt.

Im einzelnen erfolgt nach BULL (31—34) (Fig. 6) bei den Libellen, bei denen nach HESSE (72) ein direkter Flügelmuskelansatz besteht, der Schlag metachron, und zwar von oben hinten nach unten vorne. Der Hinterleib dient als Steuer.

¹⁾ Diese Deutung ist freilich nicht ganz sicher. Sie gründet sich hauptsächlich auf die Tatsache, daß das Schwanzsteuer unverhältnismäßig klein ist. EATON (48) hält den Kopffortsatz lediglich für eine Art Windfahne, bestimmt, dem seitlichen Luftanprall auf den unverhältnismäßig großen Schnabel entgegenzuwirken. Jedenfalls könnte er nur so und nicht als „Gegengewicht“ biologisch in Beziehung zum Schnabel treten, denn der papierdünne Schnabel braucht kein Gegengewicht. Aus der Tatsache, daß ganz nahe Verwandte des *Pteranodon* von vollkommen analogem Knochenbau diesen Kopffortsatz gar nicht oder nur sehr mäßig entwickelt haben, folgt jedenfalls, daß er zum Flug nicht unbedingt nötig war.

Die übrigen Insekten, die zwei senkrecht aufeinander wirkende Muskelsysteme besitzen, teilen sich in Schwirrfieger (Beispiel die Fliegen), Flatterfieger (Beispiel die Schmetterlinge) und solche Fieger mit starren vorderen Flügeldecken (Beispiel die Käfer). Der propellerartig erfolgende Schwirrflug der Dipteren stellt den ungünstigsten Nutzeffekt dar. Wie hier zu kleine Flügeldecken hinderlich sind, so sind bei den meisten Schmetterlingen zu große, wie DU BOIS-REYMOND (47) vortrefflich ausführt, der Grund, daß diese zum Ideal des Fluges, dem Segelflug, nicht fähig sind. Ihr Körper ist nämlich im Verhältnis zu leicht und kann „deshalb infolge des verhältnismäßig großen Luftwiderstandes an der großen Flügelfläche seine Geschwindigkeit nicht bewahren. Indem die Geschwindigkeit nachläßt, nimmt aber die Tragfähigkeit der Flügel sehr schnell ab, und trotz seiner großen Fläche sinkt daher der Schmetterling zwischen zwei Flügelschlägen um ein beträchtliches Stück.“ Da aber die großen Flügelflächen den Körper immer wieder leicht empor treiben, resultiert die Wellenlinie des Gaukelfluges des Schmetterlings.



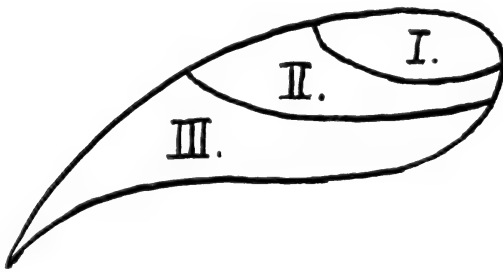
Figur 6.

Schema der Libellenflügelbewegung. (Nach Bull.)

Um zu ergründen, ob die aktiv nicht bewegten Flügeldecken der Käfer nur zum Schutze der Flugflügel dienen oder zum Fluge selbst von Vorteil sind (157, 163), hat man sie gestutzt und gefunden, daß die Tiere noch bei weitgehender Verkleinerung fliegen können (163). Dazu kommt, daß ein so guter Flieger wie *Cetonia* die Flügeldecken beim Fluge geschlossen hält. Immerhin glaube ich, daß die Flügeldecken bei den meisten Arten, wenn auch nicht zur Geschwindigkeit, doch zur Flugsicherheit beitragen. Daß die Hauptrolle aber den häutigen Flügeln zukommt, erhellt daraus, daß durchweg harte Flügel besitzende Arten, wie *Carabus* und *Peritelus*, nicht fliegen können.

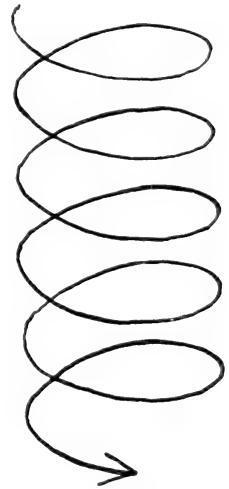
Einen tieferen Einblick in den Insektenflug werden wir erst erhalten, wenn die alle Übergänge vom gewöhnlichen Sprung bis zum trefflichsten Überlandfluge vermittelnden Heuschrecken in dieser Hinsicht näher untersucht sind.

Die anatomischen Eigenschaften (5, 7, 15, 20, 21, 22, 29, 30, 37, 47, 60, 62, 63, 66, 68, 72, 75, 76, 77, 78, 101, 103, 108, 120, 122, 123, 130, 131, 132, 134, 135, 140, 155, 157, 161, 162, 166, 169, 174, 179, 180, 184, 187, 188, 190, 198), die die Vögel zu den Meistern des Fluges prädestinieren, sind besonders: Hohle Knochen und Luftsäcke und damit Verringerung des spezifischen Gewichtes und treffliche Versorgung mit Sauerstoff und das einzigartige Prinzip der Feder, das bei geringstem Widerstand gegen den Flugwind größten Nutzeffekt gewährt. Dieser wird noch erhöht durch stärkere Einpflanzung der vom Ansatzhebel weiter entfernten Handschwingen im Vergleich zu den Armschwingen. Dagegen ist die oft behauptete Ansicht nicht richtig, daß ein Hauptmoment in der Öffnung der Spalten zwischen den Federn für durchstreichende Luft bei Aufwärts-, Schließung bei Abwärtsbewegung des



Figur 7.

Schema eines Flügels zur Veranschaulichung des Verklebens. (Nach Abramowsky.)



Figur 8.

Abwärtsspirale ohne Flügelschlag bei ruhender oder abwärts gerichteter Luft.

Flügels beruhe (72). ABRAMOWSKY (5) hat nämlich gezeigt, daß ein Verkleben der ganzen Flügeloberseite von keinem Einfluß auf die Flugfähigkeit ist, und LILIENTHAL (101) hatte bereits festgestellt, daß ein solcher Jalousienflug auch rein physikalisch unzweckmäßig sei. Es hat aber die Unterseite der Feder und ihre automatische Verstellung für die Einleitung der Luft höchste Bedeutung, wie nach ABRAMOWSKY (5) (Fig. 7) daraus hervorgeht, daß bei Verkleben von Serie I mäßiger, II sehr schlechter, III kein Flug möglich sei.

Von besonderen Eigenschaften sei erwähnt: Die einen Vögel besitzen rote Flugmuskeln, die langsam, aber ausdauernd¹⁾, die

¹⁾ Die Maximalflugleistung weist der amerikanische Regenpfeifer auf, der 5000 km ohne Unterbrechung zu fliegen vermag.

anderen blasse Flugmuskeln, die schnell, aber bald ermüdend arbeiten. Ferner besitzen im allgemeinen gute Flieger lange schmale, geringe Krümmung aufweisende Flügel, schlechte Flieger kurze, breite stark gekrümmte Flügel (72).

Die aerodynamischen Grundgesetze gelten selbstverständlich auch für den schlaglosen Segelflug der Vögel (8, 9, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 38, 41, 47, 51, 61, 69, 70, 72, 74, 83, 84, 85, 96, 98, 99, 101, 104, 118, 120, 137, 138, 139, 143, 146, 147, 148, 155, 168, 175, 178, 193, 195, 198), und es muß einfach als unrichtige Beobachtung bezeichnet werden, wenn GILDEMEISTER (198) z. B. angibt, ein Albatros könnte ohne Flügelschlag bei horizontalem Wind gegen denselben sich stundenlang in gleicher Höhe halten.



Figur 9.

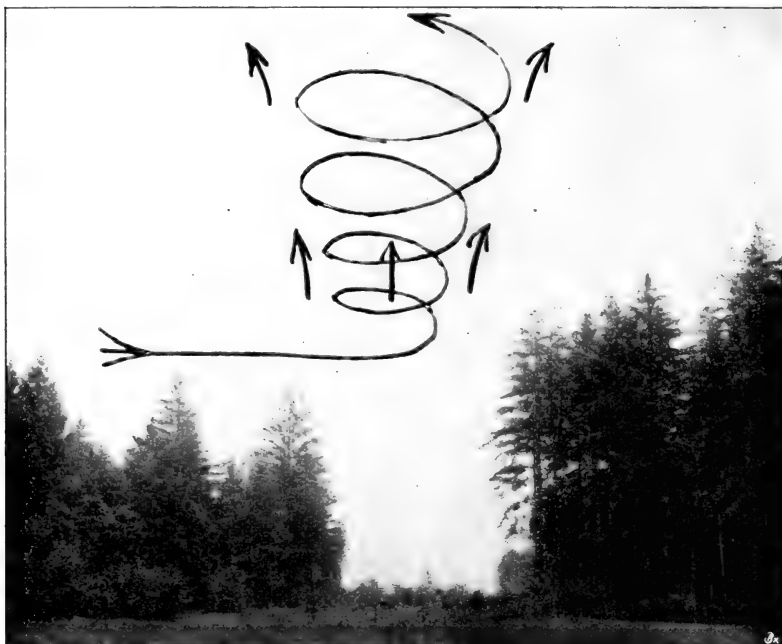
Spiralschwebeflug ohne Flügelschlag bei horizontaler starker Windrichtung. Sinken mit der Windrichtung. Steigen gegen dieselbe. Die Pfeile geben die Windrichtung an.

Gleiche irrige Angaben finden sich für das Kreisen ohne Schlag, nur mit Hilfe von Verstellung („Verwindung“) der Flügel und des Schwanzsteuers vor. Hier sind nur drei Möglichkeiten gegeben: Bei ruhender oder absteigender Luft sinkt der Vogel in einer Spirale (Fig. 8). Bei horizontalem Wind kann er seine während des Fluges mit dem Wind erzielte Fluggeschwindigkeit¹⁾ — die abwärts geneigt stattfinden muß — bei der Wendung gegen den Wind zu einem kürzeren Aufstieg nutzen, er wird also abgetrieben²⁾ (Fig. 9); nur bei aufsteigender Luft kann er ohne aktiven Flügelschlag in die Höhe kreisen (Fig. 10). Ich bin mir dessen bewußt, daß mancher von Ihnen mir einwenden wird, er habe auch bei vollkommener

¹⁾ Es muß dabei natürlich eine Differenz zwischen der Eigengeschwindigkeit und der Windgeschwindigkeit vorhanden sein. Bei gleicher Geschwindigkeit wäre ebensowenig ein Lenken in der Kurve möglich wie bei einem (mit dem Wind in annähernd gleicher Schnelligkeit schwebenden) Ballon durch Ausspannen eines Segels.

²⁾ Diese meine Theorie steht im Widerspruch mit AHLBORN (7).

Luftstille einen Vogel sich ohne den geringsten Flügelschlag aufwärts schrauben sehen. Abgesehen davon, daß man Raubvögel, bei denen dieses Phänomen am besten zu beobachten ist, nie so nahe sieht, daß man mit Sicherheit jeden leisesten Flügelschlag leugnen könnte, ist vom Menschen die Wirkung vertikaler Luftströmungen vor Entwicklung der Aviatik bedeutend unterschätzt worden. Auf ihre Bedeutung für den Vogelflug hat wohl zuerst AIRY (10) hingewiesen (vgl. auch 2, 38, 41, 56, 109). Wenn Sie in dem wunder-



Figur 10.

Spiralschwebeflug ohne Flügelschlag bei aufsteigender Luftströmung. Rechts und Links ein Wald. In der Mitte Stoppelfeld. Die Pfeile geben die Luftrichtung an.

vollen Buche unseres besten deutschen Fliegers HELLMUTH HIRTH (73) lesen, daß ein Flugapparat, der bei Windstille am Morgen erst über einen feuchten Wald geflogen ist (vgl. auch Fig. 10), im Augenblicke, da er über ein von der Sonne erwärmtes Stoppelfeld kommt, plötzlich 100 m emporgerissen wird, so werden Sie die kolossale Wirkung solcher vertikaler Ströme erkennen. In diesem Falle entstehen sie dadurch, daß die trockene Luft über dem Felde sich rascher erwärmt und ausdehnt als die feuchte über dem Walde (vgl. Fig. 10). Die stärksten vertikalen Luftströme entstehen bei Wind über kupiertem Terrain. So berichtet HIRTH (73), daß sein Apparat bei

seinem Fluge über den Spessart plötzlich Hunderte von Metern mit solcher Wucht herabgeschleudert wurde, daß er halb aus der Karosserie fiel.

Am schönsten läßt sich die Wirkung vertikaler Luftströme im Hafen von Monaco (Fig. 11), der nach Osten offen, nach den übrigen drei Richtungen von steil aufsteigenden Felswänden umgeben ist, beobachten. Geht starker horizontaler Ostwind von etwa 15 Sekundenmetern, so sieht man an den Möven, die sich alle gegen den Wind stellen, folgendes: Die über dem offenen Meere oder am Hafeneingang befindlichen müssen starke Flügel-



Figur 11.

Hafen von Monaco vom Hafenende aus gegen Osten zu gesehen. Man sieht das offene Meer, den Hafeneingang und die ankernden Yachten. X Die Stelle, an der sonst die Wasserflugzeuge verankert sind. Links vom Hafen aufsteigend (im Bilde oben) Monte Carlo und Berge. (In gleicher Weise wird der Hafen rückwärts — auf dem Bilde nicht mehr sichtbar — (Condamine) und rechts (Monaco) von steil aufsteigenden Felswänden eingeschlossen.)

schläge ausführen, um sich an Ort und Stelle zu halten, die in der Nähe der Wasserflugzeuge befindlichen schlagen schwächer, diejenigen, die über den Yachten stehen, führen nur etwa alle $\frac{1}{2}$ Minute einen Schlag aus. Dagegen stehen oft mehrere Minuten lang diejenigen ohne jeden Flügelschlag still in der Luft, die hinter den Yachten sich befinden. Der erst horizontale Wind beginnt im hinteren Teile des Hafens an den Wänden emporzustreichen und die Tiere hier vollführen nichts anderes, als einen ständigen schlaglosen Gleitflug gegen die aufsteigende Strömung. Erfolgt derselbe in der gleichen Schnelligkeit nach vorne, die die entgegengesetzte Luftströmung hat, so ergibt dies ein „Stillstehen“ der Tiere in der Luft für den Beschauer.

Es können auch endlich Stellen verschiedener Luftdichte, z. B. „Luftlöcher“, d. h. Stellen stark verdünnter Luft, entstehen (2). In diesem Fall z. B. muß ein Vogel plötzlich stark nach abwärts gezogen werden. Ein Flugapparat stürzt, wie wir wissen, in diesem Falle plötzlich wie ein Sack herab, er „sackt durch“.

Das schwierigste Flugproblem, der Ruderflug der Vögel (7, 27, 49, 55, 58, 64, 71, 82, 83, 84, 85, 90, 94, 109 a, 112—118, 120,



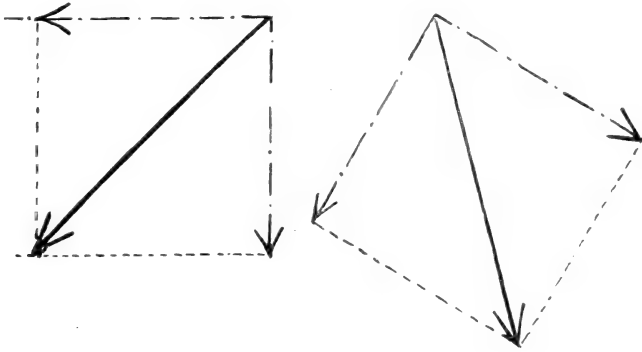
Figur 12.

Modell eines Flügels. Hergestellt mit Metzeler-Fliegerstoff von Eduard Rabs. Die punktierte senkrechte Linie zeigt die Richtung des gewollten Schlages an. Die ausgezogene Linie die des tatsächlich ausgeführten. (Schema. In Wirklichkeit ist die letztere Linie eine Parabel infolge der sich immer stärker komprimierenden Luft.)

125, 135, 141, 146—148, 148 a, 155, 157, 159, 186, 193, 195), wurde besonders durch die großartigen Untersuchungen MAREY's und seiner Schule zwar nicht gelöst, aber doch unserem Verständnis näher gebracht. Widersinnig erscheint auf den ersten Blick, daß der Vogel, um vorwärts zu kommen, nicht von oben vorne nach unten hinten schlägt, sondern umgekehrt, von oben hinten nach unten vorne. Nehmen wir zur Erklärung ein Modell eines Vogelflügels zur Hand (Fig. 12) und wollen rein senkrecht schlagen, also uns eine senkrechte Hebung geben, so weicht das-

selbe in der Richtung der Vorderkante, also nach vorne gegen unseren Willen aus. Dies kommt daher, weil die Luftkompression an der starren Vorderkante größer ist als an der elastischen Hinterkante, an letzterer also durch Ausdehnung Kompetenten nach vorwärts erzeugt werden. Da der Schlagwinkel zur reinen theoretischen senkrechten Hebung des Vogels sehr spitz ist, der zur reinen Vorwärtsbewegung aber dienende vermöge der spezifischen Struktur des Flügels nicht wagerecht nach hinten, sondern schräg abwärts gerichtet ist, ergibt sich eine nach abwärts und vorn gerichtete Kompetente (Fig. 13).

Im einzelnen findet ferner nach MAREY (113—115, 118, 120) folgendes statt: Die Dauer des Niederschlages ist größer als die



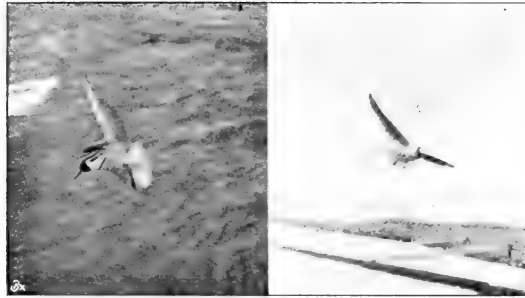
Figur 13.

Links das Kräfteparallelogramm, das nötig ist, um einen beliebigen Körper nach vorwärts rechts und aufwärts zu bringen. Die Resultante geht von oben rechts nach unten links. Rechts das infolge des „Ausweichens“ des Vogelflügels veränderte. Die Resultante geht von oben links nach unten rechts. (Der Vogelflügel schlägt nach vorwärts, abwärts.)

der Hebung, da bei letzterer der Flügel etwas geknickt und durchgezogen wird. Am Ende des Niederschlages wird die Flügelspitze zurückgezogen, am Ende der Hebung vorgeschneilt. Beim Niederschlag ist besonders die Fläche der Armschwinge nach vorne, die der Handschwinge dagegen eher nach hinten gerichtet, erstere besorgt also vornehmlich die Hebung, letztere die Vorwärtsbewegung. Bei der noch nicht ganz geklärten Aufwärtsbewegung des Flügels wird nie die Kante voran aufwärts geführt. Aus der etwas nach unten vorne geneigten 8, die die Flügelspitze beschreibt, resultiert beim Vorwärtsflug eine Wellenlinie mit nach hinten konkaven Schenkeln. Beim Niederschlag erfolgt eine Hebung und Beschleunigung, beim Aufschlag eine Verzögerung.

Aus der wundervollen Anpassung der Richtung und Intensität des Schlages in verschiedenen Luftströmungen resultiert in Verbindung mit den anatomischen Besonderheiten der riesige Nutzeffekt der besten Ruderflieger unter den Vögeln.

Ein Hauptmoment des Vogelflugs ist die automatische Stabilisierung (83—85, 101). Sie ist, wie ich glaube, das Moment, das in erster Linie gute und schlechte Flieger unterscheidet. Eine durch rasche Schläge ihrer kurzen Flügel sich fortbewegende Wildente fliegt, wenn wir Rücksicht auf ihren im Verhältnisse zur Flügelfläche außerordentlich schweren Körper nehmen, an sich nicht schlechter als die viel günstiger gestellte Möve. Nur gestattet bei ihr die Kürze des Flügels keine solche Stabilität wie bei der



Figur 14.

Möwen im Flug. Links eine Möve an Ort und Stelle „rüttelnd“ verharrend. Der linke Flügel ist nach vorne gerichtet. Rechts eine Möve im Schwebeflug in der Linkskurve. Breites Schwanzsegel. Spitzenkrümmung der Flügel.

Möve, die lange, zur Erhöhung der Stabilisierung noch dazu an den Enden etwas aufwärts gekrümmte Flügel hat (Fig. 14 rechts). Die Möve vermag deshalb auch im Gegensatz zu ihr rasch aus der momentanen Stabilisierung herauszugehen, scharfe Kurven zu beschreiben oder sich förmlich zu überschlagen.

Bei der Möve spielt nach meinen eigenen Beobachtungen und Kinematographien dazu noch die Stellung des Schwanzsegels die größte Rolle. Gerader Ruderflug bei Windstille erfolgt mit schmalen wagerechten, ebensolcher bei Seitenwind mit schmalen Schwanzsteuer, dessen Seiten aufgekrümmt sind. In die Kurve gehen die Tiere, indem sie mit einer wellenförmigen Bewegung des Steuerendes sich aus der horizontalen in die Kurvengleichgewichtslage versetzen. Beim Kreisen ist der Schwanz sehr breit auseinandergefaltet (Fig. 14 rechts).

Eine ebenso wichtige Rolle spielt der Schwanz bei Stabilisierung in der horizontalen Längsrichtung und der Vertikalrichtung. Erstere ist durch die leichte Winkelstellung seiner Fläche zu dem dem Körper entlangstreichenden Flugwind bedingt. Letztere ist besonders aus den aktiven Schlägen ersichtlich, die der Schwanz ausführt, um den Mövenkörper aus dem Wasser hochzuheben oder demselben im Ruderflug plötzlich zu bremsen, ja förmlich zu überschlagen. Der Flug der Purzeltaube (83—85) (vgl. auch 160!), der Wellenflug kleinerer Vögel (200), das steile Herabstoßen und plötzliche Aufwärtsschießen mancher Raubvögel im Gleitflug (83—85) glaube ich, erklärt sich durch ebensolches aktives Mitwirken der Schwanzfläche.

Daß der Wellenflug, bei dem nach einigen Flügelschlägen jeweils ein schlagloses bolzenförmiges Dahinschießen bezeichnend ist, nur kleinen Vögeln eigen sei, wie manchmal behauptet wird, ist nicht richtig. Man kann ihn auch an Amseln z. B. beobachten. Das Wesentliche bei ihm ist, daß bei der Ruhe die Flügel nicht ausgespannt wie beim Gleitflug gehalten werden, sondern entweder nach rückwärts gelegt dem Körper genähert (Schwalben) oder ihm fast ganz angelegt werden. Bei ganz kleinen Vögeln, die ja nach MÜLLENHOFF (130) unverhältnismäßig große Tragflächen haben müssen, ist damit erreicht, daß sie nicht einen zu großen Stirnwiderstand gegen den horizontalen Gegenwind haben.

Die physiologische Bedeutung des Wellenfluges auch für etwas größere Vögel ist noch wenig geklärt. Man könnte daran denken, daß er den Zweck hätte, leichter den Verfolgungen gerade dahinschießender Raubvögel zu entziehen. Ich habe deshalb Beobachtungen angestellt, ob er seltener in der Stadt als auf dem flachen Lande ausgeübt wird, konnte aber keinen Unterschied finden. Auch kommt es in München bisweilen vor, daß mitten in der Stadt Singvögel von Sperbern angegriffen werden (vgl. 201!)¹).

Dagegen glaube ich, kommt folgende Erklärung der Wirklichkeit näher. Nur ganz kleine Vögel bedienen sich fast regelmäßig des Wellenfluges, was nach dem oben geäußerten Verhalten für sie von Vorteil ist. Bei größeren sieht man ihn nur zuweilen. An Amseln sah ich ihn z. B. nur dann, wenn sie sich anschicken, auf

¹) Dagegen hat der vom Wellenflug wieder abweichende Winkelflug der Schnepfen und Bekassinen (vgl. 201) sicher nur die biologische Bedeutung, die Tiere vor Verfolgung zu schützen. Diese Tiere bedienen sich nämlich, wenn sie nicht verfolgt werden oder wenn sie an keine Verfolgung denken (zur Paarungszeit), nicht dieser Flugart, sondern streichen geradeaus dahin.

einen höher gelegenen Haltepunkt (z. B. ein Hausdach) zuzufliegen. Auf den ersten Blick erscheint es widersinnig, die Tiere zu diesem Zweck im Flug mit angelegten Schwingen sich herabstürzen zu sehen. Aber bald erkennt man, von welcher kolossalen Wirkung die jeweils dann intermittierenden Flügelschläge für die Hebung des Tierkörpers sind, und der Winkel, unter dem die Tiere dann aufwärts fliegen, ist ein größerer, als man ihn jemals bei einem gewöhnlichen Aufwärtsflug beobachten kann. Dies kommt daher, daß durch den vorherigen Abwärtssturz und das dann plötzliche Ausbreiten und Schlagen der Flügel eine sehr komprimierte Luft unter diesen entsteht, die wie ein festes Widerlager wirkt. Das gleiche Prinzip gilt, glaube ich, für das Emporstoßen der Raubvögel und das Überschlagen der Purzeltauben.

Gerade die rein physikalische Betrachtung des Verhaltens der Luftkompression wird, glaube ich, manche Momente des Vogelflugs erklären, und es muß als aussichtslos angesehen werden, wenn HARGRAVE und andere vollkommen gleiche Prinzipien im Flug und im Schwimmen im (ja nicht komprimierbaren) Wasser (vgl. 153!) erkennen wollen.

Mit dem Schwirrflug der Kolibri, die sich an Ort und Stelle halten können, und der in der Tat nach Art der schwirrenden Libellen zu erfolgen scheint (27, 47, 72), ist das Stillstehen an Ort und Stelle (besonders der kleinen Raubvögel) verglichen worden. EXNER (50, 51) (vgl. auch 62, 63, 83—85, 138, 139, 168, 198) hat es so weit gebracht, daß er nur so — man möchte sagen im Vorübergehen — Raubvögel hoch über sich stillstehen sah und Vogelflügel „schwirren“ hörte, die Theorie aufzustellen, daß auf aktiven Schwirrbewegungen die Leistung gerade der besten Segelflieger beruhe. Ich muß diese Theorie als klassisches Beispiel einer Verirrung hier anführen, weil sie leider Anhänger gefunden hat. Sie alle wissen, daß es bei den jetzigen Hilfsmitteln unerläßlich ist, nicht nur mit den Augen zu beobachten und daß, wenn das Hören eines Schwirrgeräusches ein Beweis für aktive Tätigkeit sein soll, sich auch die Telegraphendrähte aktiv bewegen müßten (vgl. auch 192). Auch ist, wie GILDEMEISTER (63, 198) gezeigt hat, die künstlich erzeugte frequente Reizung des Vogel Muskels analog der Schwirrbewegung um das Vielfache unrationeller als die wenig frequente Reizung gleicher Wirkung. Aber noch mehr: die ganze Naturbeobachtung EXNER's (50, 51) ist total falsch, denn eine Rundfrage bei Jägern ergab mir, daß diese Vögel beim „An-Ort-und-Stelle-Stehen“ im Falle ruhiger Luft sehr starke

Bewegungen mit Flügel und Schwanz gegeneinander nach abwärts machen (sog. Rütteln). Das gleiche Phänomen habe ich oft mit dem Auge, der Photographie und Kinematographie (vgl. dazu: 31, 32, 136) bei 5 m Entfernung an Möven, die sich an Ort und Stelle halten wollten, gesehen. Dadurch, daß die Flügel nicht nach vorne abwärts, sondern fast senkrecht nach abwärts geführt werden, wird die Luft nach rückwärts, durch heftiges Abwärtsschlagen mit dem ganz verbreiterten Schwanzsteuer nach vorne geschlagen, so daß aus beiden Schlagrichtungen eine Resultante nach oben entsteht. Die Gewalt des Schlagens oder die Schwierigkeit der Stabilisation führt dabei zu so merkwürdigen Bildern wie Fig. 14 links, bei dem der Flügelhinterrand an einem Flügel nach vorne gerichtet ist.

Die Vollendung des Vogelflugs und die Größe des ganzen Flugproblems überhaupt kann man daraus ermessen, daß nach meinen ungefähren Berechnungen — auf die ich hier nicht näher eingehen kann — unsere menschlichen Flugzeuge z. Zt. noch mehr als hundertmal so ungünstig im Gesamtnutzeffekt gestellt sind als die Vögel im Durchschnitt.

Literatur.

1. Handbuch der physiologischen Methodik; herausgegeben von R. TIGERSTEDT. Bd. 2, Abt. 3. Muskelphysiologie. Leipzig, S. Hirzel 1908.
2. — Luftlöcher beim Fliegen. Deutsch. Rad- und Kraftfahrerzeitung. Nr. 506. 17. April 1913.
3. ABEL, O.: Fossile Flugfische. Jahrb. d. kk. geol. Reichsanstalt. Wien. Bd. 56. 1906.
4. — Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912. Schweizerbart.
5. ABRAMOWSKY, E.: Die aerodynamischen Linien der Insecten- und Vogelschwingen. Der Luftverkehr. Jahrg. V. 1913. Nr. 1—3.
6. AHLBORN, F.: Der Flug der Fische. Hamburg 1895.
7. — Zur Mechanik des Vogelfluges. Abhandlg. aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, herausgegeben v. Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg. Bd. 14. 1896.
8. — Der Schwebeflug und die Fallbewegung ebener Tafeln in der Luft. Abhandlg. d. Naturwissenschaftl. Vereins in Hamburg. Bd. 15. 1897.
9. — Die aerodynamischen Vorgänge an Flugflächen, Luftschiffen und Propellern. Denkschr. d. I. internationalen Luftschiffahrtsausstellung zu Frankfurt a. M. Berlin. Springer. 1910. Bd. I.
10. AIRY, H.: Hovering of birds. The Nature Vol. 27. 1883.
11. ALTMANN, J.: Entwicklung der Luftwiderstandsgesetze bewegter ebener Flächen. Zeitschr. f. Luftschiffahrt. Jahrg. 1909.

12. AMANS, P. C.: Du rôle des formes animales dans le progrès de la navigation aérienne et aquatique. *Bullet. scient. d. l. France et de la Belgique*. T. 40. 1906.
13. AMMON, L. v.: Über ein schönes Flughautexemplar von *Rhamphorhynchus*. *Geogn. Jahresh.* 1908. XXI. Jahrg.
14. ARMENGAUD, M.: La sustentation des aéroplanes au moyen des surfaces concaves. Paris 1909.
15. BAER, M.: Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei den Vögeln. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. 61. 1896.
16. — Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke bei Vögeln. *Biol. Centralbl.* Bd. 17. 1897.
17. BARKER: On the flight of oceanic birds. *Nature*. Vol. 43. 1891.
18. BATEMANN: Notes on the mode of flight of the albatros. *Nature*. Vol. 23. 1881.
19. BERGE, F. u. REBEL, H.: *Schmetterlingsbuch*. Stuttgart 1910. Schweizerbart.
20. BERGMANN, C.: Lufträume im Tierkörper und ihr Verhalten zur Bewegung. *Müller's Archiv*. Jahrg. 1850.
21. — u. LEUCKART, R.: *Vgl. Anatomie und Physiologie* Stuttgart 1855.
22. BERT, B.: *Leçons sur la physiologie comparée de la respiration*. 1870. (Zitiert nach STUEBEL.)
23. BIEDERMANN-IMHOOF, R.: Über Fußhaltung der Vögel im Fluge. *Eutin* 1908.
24. BLIX, M.: Vom Segeln und Kreisen der Vögel. *Scandinav. Arch. f. Physiologie*. Bd. 2. 1890.
25. — Beobachtungen und Bemerkungen über den Flug der Vögel. *Zeitschr. f. Biologie*. Bd. 21. 1885.
26. BÖCKLIN, A.: Das Schweben der Vögel. *Z. f. Luftschiffahrt*. 1886.
27. BREHM, A.: *Tierleben*. Herausgeb. von O. zur STRASSEN. 3. Auflage. Leipzig 1912.
28. BRETTONIERE: *Revue scientifique*. T. 9. 1898 (zitiert nach EXNER).
29. BROWN, O.: Eine neue Methode, Herzbewegungen bei Tauben zu registrieren. *Zeitschr. f. biol. Techn. und Methodik*. Bd. 1. 1909.
30. BRUNS: Welche Faktoren bestimmen die Herzgröße? *Münchn. med. Wochenschr.* Jahrg. 1909, Nr. 20.
31. BULL, L.: Application de l'étincelle électrique à la chronophotographie des mouvements rapides. *Compt. rend. d. l'Acad. d. Science*. 1904.
32. — La chronophotographie des mouvements rapides. *Bull. d. l. Société philomatique*. 1904. (Zitiert nach BULL, 1909.)
33. — Recherches sur le vol de l'insecte. *Compt. rend. Ac. d. Science*. T. 149. 1909.
34. — Sur les inclinaisons du vole de l'aile de l'insecte pendant le vol. *C. rend. Ac.* T. 150. 1910.
35. CAMERANO: Recherches sur la force absolue des muscles des insectes. *Arch. ital. d. Biol.* T. 2. 1882.
36. — Recherche intorno alla forza assoluta dei muscoli degli invertebrati. *Atti. d. Real. Accad. d. Sc. d. Torino*. Vol. 28. 1892.
37. CAMPANA: *Physiologie de la respiration chez les oiseaux*. Paris 1875.
38. COURTENAY: The soaring of birds. *The Nature*. Vol. 28.
39. DAHL: Die Bewegung der fliegenden Fische durch die Luft. *Zool. Jahrb.* Bd. 5. 1892.

40. DAHL: Zur Frage der Bewegung fliegender Fische. Zool. Anz. 1892.
41. DARWIN, Ch.: A naturalist's voyage round the world. London 1879.
42. DEIMLER, W.: Stabilitätsuntersuchungen über symmetrische Gleitflieger. Z. f. Flugtechn. 1910.
43. DENINGER, K.: Über das „Fliegen“ der fliegenden Eidechsen. Naturw. Wochenschr. N. F. Bd. IX. 1910.
44. DINGLER, H.: Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. München, Th. Ackermann. 1889.
45. DÖDERLEIN, L.: Die Erwerbung des Flugvermögens bei Wirbeltieren. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Bd. 14. 1900.
46. DU-BOIS-REYMOND, R.: Die fliegenden Fische im Lichte der Versuche v. O. LILIENTHAL über Luftwiderstände. Arch. f. Anat. u. Physiologie. Physiol. Abt. Jahrg. 1894.
47. — Bewegungslehre. In Handb. d. vgl. Physiol. herausgegeben v. WINTERSTEIN. Jena, G. Fischer. 1912.
48. EATON, G.: Osteology of Pteranodon. Mem. of the Connecticut. Acad. of Arts. a. Science. Jul. 1910. Vol. II.
49. D'ESTERNO: Du vol des oiseaux. Paris 1865.
50. EXNER, S.: Über das „Schweben“ der Raubvögel. Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 114. 1906.
51. — Nochmals das „Schweben“ der Raubvögel. Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 117. 1907.
52. FINSTERWALDER, S.: Aerodynamik. Encyclopädie d. mathemat. Wissensch. Bd. IV. 2.
53. FLEISCHL, E. v.: Über das Verhalten von Käfermuskeln gegen Reize. Centralbl. f. d. medicin. Wissenschaften. Mai 1875.
54. — Ein mikrostromoskopischer Reizversuch. Arch. f. Anat. u. Physiologie. Physiol. Abt. 1886.
55. FOUCOU, F.: Du vol des oiseaux et de la locomotion aérienne. 1864.
56. FRAUDE, W.: Nature. Vol. 37. (Zit. n. BLIX.)
57. FÜRBRINGER: Jenaer Zeitschr. Bd. 34. 1900. (Zit. n. v. STROMER.)
58. FUNCKE, H.: Über Vogelflug und Flugapparate. Z. f. Luftschiffahrt. 1894.
59. GADOW: Vögel. BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. 6, Abt. 4.
60. GASCH: Beiträge z. vergl. Anatomie des Herzens der Vögel. Arch. f. Naturgeschichte. Bd. 54.
61. GERLACH, E.: Beitrag zur Erklärung des Segelflugs der Vögel. 1886.
62. GILDEMEISTER, M.: Über den Einfluß des Rhythmus der Reize auf die Arbeitsleistung der Muskeln, speziell der Vogelmuskeln. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 135. 1910.
63. — Ein Vogelmuskel, der sich besonders gut zu physiologischen Untersuchungen eignet. Zeitschr. f. biol. Techn. u. Methodik. Jahrg. 1908.
64. GIRAUD-TEULON: Du principe qui préside au mécanisme de la natation chez les poissons et du vol chez les oiseaux. Compt. rend. Ac. d. Sc. Paris. Vol. 43. 1856.
65. GRABER, V.: Die mechanischen Werkzeuge der Tiere. Leipzig u. Prag 1886.
66. GROBER, J.: Über die Atmungsinnervation der Vögel. Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 76. 1899.

67. GROBER, J.: Herzarbeit und Herzmaße. Arch. f. experim. Pathol. und Pharmakologie. 1908.
68. — Über Massenverhältnisse am Vogelherzen. Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 125. 1908.
69. HAMPSON, W.: Der Weg eines Vogels in der Luft. In: SCHAEFFER Naturparadoxe.
70. HARLE, E. et HARLE, A.: Le vol des grands Reptiles et Insectes disparus. Bull. Soc. Geol. d. France. T. IX. 1911.
71. HERZ, M.: Über das Fliegen und insbesondere den Vogelflug. Z. f. Luftschiffahrt. 1889.
72. HESSE, R. u. DOFLEIN, F.: Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang betrachtet. Bd. I. Der Tierkörper als selbständiger Organismus v. R. HESSE. Leipzig u. Berlin, Teubner. 1910.
73. HIRTH, H.: 20000 Kilometer im Luftmeer. Berlin, G. Braunbeck. 1913.
74. HUBER, M.: Observations sur le vol des oiseaux de proie. Genève 1784.
75. JUILLET, A.: Rapport des sacs aériens et des bronches chez les oiseaux. C. r. T. 152. 1911.
76. — Observations comperatives sur les rapports du poumon et des sacs aériens chez les oiseaux. C. r. Ac. Sc. T. 152. 1911.
77. KEILSON: Ein experimenteller Beitrag zur Lehre von der Pulsfrequenz. Dissertat. Königsberg 1898. (Zit. n. STUEBEL.)
78. KNOLL: Über Myocarditis und die übrigen Folgen der Vagussektion bei Tauben. Zeitschr. f. Heilk. Bd. I. 1880. (Zit. n. STUEBEL.)
79. KOENIG, F.: Notizen zu einigen plastischen Rekonstruktionsversuchen. Katalog Nr. 24 v. Ottmar SCHOENHUT in München.
80. — Die Herren der Lüfte im Mittelalter der Erde. Kosmos 1911. Heft 8. Stuttgart.
81. KRARUP HANSEN: Beiträge zu einer Theorie des Fluges der Vögel, der Insecten und der Fledermäuse. Kopenhagen 1869.
82. KRESS, W.: Aviatik. Wie der Vogel fliegt und wie der Mensch fliegen wird. Wien 1905.
83. LANCHESTER, F. W.: Aerodynamics. Vol. 1 u. 2. 2. Edit. London 1908 u. 1909.
84. — Aerodynamik. (Deutsche Übersetzung) 2 Bände. Leipzig, Teubner. 1911.
85. — Der Vogelflug. Übersetzt von H. HOCHSCHILD. Ill. Woch. Rundsch. S. 229 u. 253.
86. LANGLEY, S. P.: On the sympathetic system of birds and on the muscles which move the feathers. Journ. of Physiol. 1904.
87. — The internal work of the wind. Americ. Journ. of Science. Vol. 47. 1894.
88. — The greatest flying creature. Ann. Rep. Smitsonian Institution 1901. (Zit. n. DU-BOIS-REYMOND.)
89. — u. LUCAS, F. A.: Eine Schilderung des größten fliegenden Lebewesens Natur. Wochenschr. N. F. III. 1903—1904.
90. LARDEN, W.: On the flight of birds. Nature. Vol. 23.
91. LENDENFELD, R. v.: Untersuchungen über den Flugmechanismus bei den Libellen. Sitzungsbericht d. Akad. d. Wiss. Wien 1881—1883.
92. — Die physiologische Bedeutung der Lufträume bei fliegenden Tieren. Biol. Centralbl. Bd. 16. 1896.

93. LEUCKART, R.: Der Bau der Insecten in seinen Beziehungen zu den Leistungen und Lebensverhältnissen dieser Tiere. Arch. f. Naturgesch. Bd. 17. 1851.
94. LILIENTHAL, O.: Über die Möglichkeit des freien Fluges. Verhandlg. d. Ver. z. Förderung d. Gewerbeff. 1890.
95. — Über Theorie und Praxis des freien Fluges. Z. f. Luftschiffahrt. 1891.
96. — Der Flug der Vögel und des Menschen durch Sonnenwärme. Prometheus. Bd. II.
97. — Die Tragfähigkeit gewölbter Flächen beim praktisch. Segelflug. Z. f. Luftschiffahrt. 1893.
98. — Praktische Erfahrungen beim Segelflug. Prometheus V.
99. — Unsere Lehrmeister im Schwebeflug. Prometheus VII.
100. — Die Profile der Segelflächen und ihre Wirkung. Z. f. Luftschiffahrt. 1895.
101. — Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst. 2. Aufl. München, R. Oldenbourg. 1910.
102. — Zur Flugfrage. Prometheus IV.
103. LOEER: Vergleich. Untersuchungen über die Maße und Proportionalgewichte des Vogelherzens. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 140. 1911.
104. LOESSL, F. v.: Die Luftwiderstandsgesetze, der Fall durch die Luft und der Vogelflug. Wien, Hoelder. 1896.
105. LUCANUS: Die Höhen des Vogelfluges. Ornithol. Monatsber. Bd. 11. 1903.
106. LUCY, DE: Le vol des oiseaux, chauve-souris et insectes. Presse scientifique des deux mondes. 1865.
107. MACALISTER: Myology of the Cheiroptera. London 1872. (Zit. n. DU-BOIS-REYMOND.)
108. MAGNUS: Physiologisch anatomische Studien über die Brust- und Bauchmuskeln der Vögel. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1869.
109. MANLEY, W.: Nature. Vol. 28. (Zit. n. BLIX.)
- 109a. MAREY, E. J.: Du mouvement dans les fonctions de la vie. Paris 1868.
110. — Sur les mouvements de l'aile de l'insecte. Revue des cours scientifiques de la France et de l'Etrangère. 13. Février 1869. (Zit. n. POLIMANTI 1911.)
111. — Compt. rend. d. l'Acad. d. Scienc. 16. mai 1870. p. 1093. (Zit. n. POLIMANTI.)
112. — La machine animale. Locomotion terrestre et aérienne. Paris, G. Baillière. 1873.
113. — Analyse des mouvements du vol des oiseaux par la photographie. Compt. rend. Ac. d. Sc. T. 96. 1883.
114. — Mouvements de l'aile de l'oiseau représentés suivant les trois dimensions de l'espace. C. rend. Ac. Sc. T. 104. 1887.
115. — Le mecanisme du vol des oiseaux étudié par la Photochronographie. Compt. rend. Ac. d. Sc. T. 104. Paris 1887.
116. — De la mesure des forces qui agissent dans le vol des oiseaux. Compt. rend. Ac. Sc. T. 105. 1887.
117. — Du travail mécanique dépensé par le goeland dans le vol horizontal. Compt. rend. Ac. Sc. T. 105. 1887.
118. — Physiologie du mouvement. Le vol des oiseaux. Paris, G. Masson. 1890.
119. — Le vol des insectes étudié par la chronophotographie. Compt. rend. Ac. Sc. T. 113. 1891.

120. MAREY, E. J.: La locomotion animale. In: *Traité de Physique biologique*. Herausgegeben. v. D'ARSONVAL. Paris 1910. T. I.
121. MARSH: *Americ. Journ. of Science*. Vol. XXIII. 1882. (Zit. n. v. STROMER.)
122. MARSHALL: *Der Bau der Vögel*. 1895.
123. MASCHA, E.: Über die Schwungfedern. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. 77. 1904.
124. MEYER, H. v.: *Fauna der Vorwelt*. Reptilien aus dem lithographischen Schiefer. Frankfurt 1860.
125. MILLA: *Wie fliegt der Vogel*. Leipzig 1908.
126. MOEBIUS: Die Bewegung der fliegenden Fische durch die Luft. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. 30. 1878.
127. — *Das Fliegen der Fische*. *Zool. Jahrb.* Bd. 5. 1892.
128. MOUILLARD: *L'empire de l'air*. *Essai d'ornithologie appliqué à l'aviation*. Paris, Masson. 1881.
129. MUELLENHOFF, K.: *Die Ortsbewegung der Tiere*. Berlin. *Wissensch. Beiträge z. Programm des Andreas Realgymnasiums*. Ostern 1885. (Zit. n. POLIMANTI, 1911.)
130. — *Die Größe der Flugflächen*. *Arch. f. d. ges. Physiologie*. Bd. XXXV. 1885.
131. MUELLER, B.: The air-sacs of the pigeon. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. Vol. 3. Part. 3. 1908. (Zit. n. VICTOROW.)
132. MUELLER, W.: *Massenverhältnisse des menschlichen Herzens*. Hamburg, Voss. 1883.
133. MURRAY: *Experimental researches in natural history*. London 1826. (Zit. n. DU BOIS-REYMOND.)
134. NICOLAI, G. F.: *Die Mechanik des Kreislaufes*. In: *Handbuch d. Physiol.* Herausgegeben. v. NAGEL. Bd. I. Braunschweig, Vieweg u. S. 1909.
135. NOQUES et RICHET: Vol du pigeon à ailes rognées. *Trav. d. l'Inst. MAREY*, T. 2.
136. NOQUES, P.: Un nouveau cinematographe à images très fréquentes. *Compt. rend. Ac. Sc. T.* 155. 1912.
137. OLIVER: *Soaring of birds*. *Science*. Vol. 13. 1889.
138. OLSHAUSEN, A.: Kritik der EXNER'schen Theorie des Zitter- oder Schwirrfuges. *Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. 137. 1908.
139. OLSHAUSEN, Z. B.: *Das Segeln und Schweben der Vögel*. *Gäa. Natur und Leben*. Jahrg. 27. 1891.
140. PARROT: *Größenverhältnisse des Herzens bei Vögeln*. *Zool. Jahrb. Abt. f. Systematik*. Bd. 7.
141. PARSEVAL, A. v.: *Die Mechanik des Vogelfluges*. Wiesbaden, J. F. Bergmann. 1889.
142. — *Über das Segelproblem*. *Zeitschr. f. Luftschiffahrt*. Bd. 15. 1896.
143. PEAL, S. E.: *Sailing flight of large birds over land*. *The Nature*. T. 23.
144. PECKHAM: *Wasps, social and solitary*. Westminster 1905.
145. PETTIGREW, J. B.: Les divers modes de vol dans leur rapports avec l'aéronautique. *Revue des cours scientifiques*. 1. Série. T. IV. 21. Sept. 1867.
146. — *Animal locomotion*. Edinburg 1873.
147. — *Die Ortsbewegung der Tiere*. Leipzig 1875.
148. — *La locomotion chez les animaux*. Paris 1874.

- 148a. PETTIGREW, J. B.: On the Physiology of wings. Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh. T. 26.
149. PFLÜGER, G.: Mitteilung einer für die Physiologie wichtigen Nachricht. (Benutzung des Instituts MAREY.) Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 123. 1908.
150. PLATEAU: Sur la force musculaire des insectes. Bullet. d. l'Acad. Belge. T. 20, 1866 u. T. 22, 1866.
151. PLENINGER: Paläontogr. Bd. 41 1894, 48 1901, 53 1907. (Zit. n. v. SIROMER.)
152. POLETAJEW: Flugmuskeln der Lepidopteren und Libelluliden. Zool. Anz. Bd. 3. 1880.
153. POLIMANTI, O.: Influenza della forma sulla locomozione dei pesci. Zeitschr. f. allgem. Physiologie. Bd. 12. 1911.
154. PRANDTL, L.: Betrachtungen über das Flugproblem. Denkschrift d. I. internat. Luftschifferausstellung (IIa) zu Frankfurt a. M. Bd. I. 1910.
155. PRECHTL, J. J.: Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien, Gerold. 1846.
156. PUETTER, A.: Die Entwicklung des Tierfluges. Denkschr. d. I. intern. Luftschiffahrtsausstellung (IIa) zu Frankfurt a. M. Berlin, Springer. Bd. I. 1910.
157. — Vergleichende Physiologie. Jena, G. Fischer. 1911.
158. RAABE, M.: Das Problem des Segelfluges. Frankfurter Zeitung. 57. Jahrg. No. 96, 7. April 1913.
159. RAYLEIGH: The soaring of birds. The Nature T. 27. 1883.
160. RAWITZ, B.: Über den Bogengangsapparat der Purzeltauben. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jahrg. 1903.
161. RICHET, Ch.: Le travail de l'oiseau pendant le vol. Rev. scient. T. 48. 1891.
162. RUBBRECHT: Recherches cardiographiques chez les oiseaux. Bull. Acad. de Belgique. 3. Serie. T. 35. 1898 u. Arch. d. Biol. T. 15. 1898.
163. SAJO, K.: Der Käferflug. Prometheus. Jahrg. XXII. 1911.
164. SAMUELSON: Zum Vogelflug. Zeitschr. f. Luftschiffahrt. Bd. 15. 1896.
165. SANDERSON: Thirteen years among the wild bearts of India. London 1878. (Zit. n. DU BOIS-REYMOND.)
166. SAPPEY: Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux. (Zit. nach STUEBEL.)
167. SCHIEFFERDECKER, P.: Untersuchung einer Anzahl von Muskeln von Vögeln in bezug auf ihren Bau und ihre Kernverhältnisse. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 150. 1913.
168. SCHNEIDER, K. C.: Bemerkung. z. EXNER's Aufsatz: Über das Schweben der Raubvögel. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 116. 1907.
169. SCHWARZKOPF, E.: Beiträge zur Physiologie der Vogelmuskeln. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 121. 1908.
170. SEELY, H. G.: Dragons of the air. London 1901. Methuen and Comp.
171. SEITZ: Das Fliegen der Fische. Zool. Jahrb. Bd. 5. 1892.
172. SEMON, R.: Im australischen Busch. Leipzig, Engelmann. 1896.
173. SIEDLECKI: Zur Kenntniss des javanischen Flugfrosches. Biol. Centralbl. Bd. 29. 1909.
174. SIEFERT, E.: Über die Atmung der Reptilien und Vögel. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 64. 1896.
175. SPEARS: On the flight of oceanic birds. Nature. T. 43. 1891.

176. STANNIUS: Lymphherzen der Vögel. J. v. MÜLLER's Archiv f. Anat. u. Physiol. Jahrg. 1849.
177. STENBECK: Einige Worte über die Theorie des Herrn Prof. BLIX: Vom Segeln oder Kreisen der Vögel. Stockholm 1891. (Zit. n. DU BOIS-REYMOND.)
178. STRASSER: Über die Luftsäcke der Vögel. Morpholog. Jahrb. Bd. 3. 1877.
179. STROHL, J.: Maßenverhältnisse der Herzen im Hochgebirge. Zool. Jahrb. Abt. f. allgem. Zool. u. Physiol. 1912.
180. STROMER-REICHENBACH, E. v.: Lehrbuch der Paläozoologie. Teil I u. II. Leipzig, Teubner. 1909 u. 1910.
181. — Bemerkungen zur Rekonstruktion eines Flugsaurier-Skelettes. Monatsber. d. deutsch. Geol. Gesellsch. Bd. 62. 1910.
182. STRUTT, J. W. (Baron RAYLEIGH): The mechanical principles of flight Scientific papers by J. W. STRUTT (Baron RAYLEIGH). Vol. 4. Cambridge 1903.
183. STUEBEL, H.: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie des Blutkreislaufes bei verschiedenen Vogelarten. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 135. 1910.
184. THIENEMANN: Untersuchungen über die Schnelligkeit des Vogelflugs. Jahresber. d. Vogelwarte Rossitten. Bd. 6 1907, Bd. 9 1908 u. Journ. f. Ornithol. Jahrg. 1910.
185. THOUVENY, L.: Le vol ramé et les formes des ailes. Compt. rend. Ac. Sc. T. 148. 1909.
186. TIGERSTEDT, R.: Lehrbuch der Physiologie des Kreislaufes. Leipzig, Veit & Comp. 1893.
187. TREVES u. MAIOCCO: Osservazioni sull'apnea degli ucelli. Arch. di Fisiol. T. 2. 1905.
188. VAN T' HOFF: Das Verhalten des Glykogens bei ruhenden und fliegenden Tauben. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jahrg. 1910.
189. VICTOROW, C.: Die kühlende Wirkung der Luftsäcke bei den Vögeln. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 126. 1909.
190. WALLACE, J. R.: The Malay Archipelago. London 1869.
191. WEISS, O.: Die Erzeugung von Geräuschen und Tönen. Handb. d. vergl. Physiologie. 26. Lief. Jena 1912.
192. WIENER: Vogelflug, Luftfahrt und Zukunft. Leipzig 1911.
193. WILLISTON: Americ. Journ. of Anat. Vol. 1. 1902. (Zit. n. v. STROMER.)
194. WINTER, W.: Der Vogelflug. München, Ackermann. 1895.
195. ZITTEL, A. v.: Grundzüge der Paläontologie. Bd. I u. II. 3. bzw. 2. Aufl. München, Oldenbourg. 1910 u. 1911.
196. ZOTH, O.: Ergographische Versuche über die Erholung des Muskels. Nebst Vorschlägen zur ergographischen Terminologie und Metrologie. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 111. 1906.
197. GILDEMEISTER, M.: Notizen zum Problem des Vogelfluges. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 135. 1910.
198. DIETZEL: Niederjagd. 10. Auflage. Berlin, P. Parey. 1909.
199. E.: Über Münchens Vogelleben. General-Anzeiger d. „Münchner Neuesten Nachrichten“. 10. Mai 1913, No. 237.
200. HILZHEIMER, M. u. HAEMPEL, O.: Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. Stuttgart, F. Enke. 1913.

201. MORGAN, C. L.: Instinkt und Erfahrung. Übers. v. THESING. Berlin, Springer. 1913.
202. NOPCSA, F.: Ideas on the origin of flight. Proc. of Zool. Soc. London 1907.
203. ZIEGLER, H. E.: Die Geschwindigkeit der Brieftauben. Zool. Jahrb. Abt. f. System. Bd. 10. 1897.
204. SPILL: Fernrohrbeobachtungen über den Wanderflug der Vögel. Naturw. Wochenschrft. No. 19. 1907.
205. LUCANUS, F. v.: Die Höhe des Vogelzuges und seine Richtung zum Winde. Ornith. Bericht hergeg. v. REICHENOW. Jahrg. 1903.
206. HELM, F.: Betrachtungen über die Beweise für die Höhe und Schnelligkeit des Wanderfluges der Vögel. Journ. f. Ornitholog. Bd. 48 1900 u. Bd. 49 1901.
207. PROCHNOW, O.: Vogelflug u. Flugmaschinen. Leipzig, Th. Thomas.

Diskussion:

Herr Dr. VOSS (Göttingen): Die Untersuchungen AMAN's über die Geometrie der Käferdeckflügel, welche interessante Zahlenreihen ergeben, erläutern im einzelnen die vom Vortragenden berührten Grundsätze der Flächenform. Die selbsttätigen Oszillationen der Käferdeckflügel während des Fluges verdienen in ihren Beziehungen zu deren jeweiliger Form und wechselnden Stellung Interesse. Auch hier dürften sich bei näherer Betrachtung vielseitige Erweiterungen bzw. Abänderungen des bisher allgemein gültigen einförmigen Schemas (stehenden Tragflächen mit unabhängigem Motor) ergeben.

Die Stabilisierung der Zanonina erscheint durch die Arbeiten DINGLER's und AHLBORN's in hohem Maße geklärt.

Bei einem Vergleich des Kolibrifluges mit dem der Insekten dürfte der Vergleich mit dem der Libellen auf der vom Diskussionsredner gestern angeführten Grundlage (Flugtyp) nicht aufrecht erhalten werden können.

Herr Dr. ERHARD (München): Die von Herrn Dr. Voss erwähnten Oszillationen der Käferdeckflügel beim Flug sind, wie auch Herr Dr. Voss erwähnt hat, gerade wegen der für die Seitenstabilisierung so ungünstigen Form der Käferdeckflügel — ich meine dabei besonders die relative Kürze zur Breite und die Spitzenkrümmung nach abwärts — von großem Vorteil. Jedenfalls kann es sich aber nur um „Oszillationen“ und nicht um ein „Schlagen“ handeln, Oszillationen, die lediglich zur Ausstabilisierung nach Art des „Verwindens“ bei unseren Flugapparaten dienen, und ich glaube recht verstanden zu haben, daß auch Herr Dr. Voss in diesem Sinne das Wort „Oszillation“ gebraucht hat.

Die Arbeit „AHLBORN's, besonders aber DINGLE's, über *Zanonia* betrachte auch ich als grundlegend für das Stabilisierungsproblem. Ich habe bereits in Monaco bei meinem Vortrag ausgeführt, wie der *Zanonia*-Samen auch für die Entwicklung unserer menschlichen Flugtechnik vorbildlich gewesen ist.

Was den Vergleich des „Schwirrflugs“ der Kolibri mit dem der Libellen betrifft, so sind eingehende wissenschaftliche Beobachtungen darüber noch nicht gemacht worden. Er gilt nur insoweit, als an Ort und Stelle (z. B. über einer Blüte) bleibende Kolibri solch rasche Flügelschläge ausführen, daß die Flügel selbst nicht mehr sichtbar sind (vgl. HESSE-DOFLEIN!), ähnlich in der Luft stillstehenden Libellen. Aus dem Umstand aber, daß die Libellen zwei Paar gesetzmäßig zueinander wirkende Flügel haben und besonders aus den Untersuchungen von Dr. VOSS über die Eingelenkung des Insektenflügels geht hervor, daß ein weiterer Vergleich falsch wäre.

Herr Dr. HASE (Jena) berichtet ergänzend zum Vortrag, daß nach Versuchen mit Maikäfern dieselben nach Entfernung der Flügeldecken noch gut fliegen konnten. Nach Entfernung der häutigen Flügel war ein Fliegen nicht mehr möglich.

Prof. E. BRESSLAU (Straßburg):

Über das spezifische Gewicht des Protoplasmas und die Wimperkraft der Turbellarien und Infusorien.

In allen zoologischen¹⁾ und physiologischen Werken²⁾, selbst in denen aus neuester Zeit³⁾, wird, soweit sie überhaupt darauf eingehen, das spezifische Gewicht des lebenden Protoplasmas⁴⁾ gleich 1,25 angegeben. Diese Zahl stammt von P. JENSEN⁵⁾ her, der sie für *Paramecium aurelia* dadurch bestimmte, daß er die

¹⁾ Vgl. A. LANG, Lehrb. d. vgl. Anatomie. II. Aufl. 1901. 2. Lief. *Protozoa*, p. 59 u. O. HERTWIG, Allg. Biologie. III. Aufl. 1909, p. 14.

²⁾ Vgl. M. VERWORN, Allgem. Physiologie. V. Aufl. 1909, p. 139.

³⁾ Vgl. BOTAZZI in WINTERSTEINS Handb. d. vergl. Physiologie. 15. Liefg. 1911, p. 28.

⁴⁾ Gemeint ist hier und im folgenden nur das Protoplasma der lebenden tierischen Zelle. Aus der botanischen Literatur sind mir Angaben über das spez. Gewicht des Protoplasmas nicht bekannt.

⁵⁾ P. JENSEN, Die absolute Kraft einer Flimmerzelle, Pflügers Archiv 54, 1893, p. 543.

Tiere in verschieden starke, wässrige Pottaschelösungen brachte und diejenige Konzentration beobachtete, in der die Tiere eben nicht mehr untersanken. Das spez. Gewicht der Infusorien wurde dann gleich dem aräometrisch leicht feststellbaren spez. Gewicht dieser Lösung ($s = 1,25$) angenommen.

Der Umstand, daß die von JENSEN ermittelte Zahl die einzige ist, die, soweit mir bekannt, für das spez. Gewicht des lebenden Protoplasmas zitiert zu werden pflegt, läßt darauf schließen, daß bisher Zweifel an ihrer Richtigkeit nicht aufgestoßen sind. Und doch muß sowohl die schon a priori ganz unwahrscheinliche Höhe dieser Zahl — $1,25$ ist das spez. Gewicht der Preßkohle (Brikette)! — als auch die Methode, durch die sie ermittelt wurde, von vornherein die schwersten Bedenken erregen. Eine $K_2 CO_3$ -Lösung von $1,25$ spez. Gewicht entspricht einer Konzentration von über 25 % und einem osmotischen Druck von mindestens 50 Atmosphären, außerdem ist sie stark alkalisch; das Protoplasma der in sie hineingebrachten Paramaecien muß also darin momentan durch Schrumpfung so bedeutend verändert werden, daß danach Rückschlüsse auf sein Verhalten im lebenden Zustande ganz unmöglich sind. Merkwürdig ist, daß JENSEN selbst daran keinen Anstoß genommen hat, obwohl er nicht nur das augenblickliche Absterben der Tiere „beim Einbringen in diese verhältnismäßig konzentrierten Lösungen“, sondern auch die an ihnen auftretenden „Veränderungen, welche vorwiegend in Schrumpfungen bestanden“, beobachtete¹⁾.

So erscheinen erneute Untersuchungen zur Feststellung des spez. Gewichts der lebenden tierischen Substanz wohl geboten. Wie ich selbst dazu kam, mich mit dieser Frage zu beschäftigen, ergibt sich aus den folgenden Überlegungen, die an Beobachtungen über die Lokomotion der Turbellarien anknüpfen.

Bekanntlich sind die Trikladen bei ihrer Fortbewegung durchaus an das Kriechen auf einer Unterlage gebunden, während sich unter den Rhabdocoelen zahlreiche Schwimmer finden. Die Schwimm-

¹⁾ JENSEN gibt an, daß diese Schrumpfungen „meist sehr gering“ waren, „zumal im Beginn der Einwirkung des Kaliumkarbonats, so daß zu dieser Zeit, in welcher auch die Untersuchung vorgenommen wurde, die Veränderung des spezifischen Gewichts der Versuchstiere jedenfalls nicht erheblich gewesen sein wird“. Demgegenüber lehrten mich Messungen, die ich zu diesem Zwecke vornahm, daß die Überführung der Tiere in derart hochprozentige $K_2 CO_3$ -Lösungen eine augenblickliche Schrumpfung zur Folge hat, deren Stärke sich schon nach Bruchteilen einer Minute in einer Reduktion von Länge und Breite der Tiere auf $\frac{4}{5}$ bis $\frac{3}{4}$ des vorherigen Betrages zu erkennen gibt.

fähigkeit hört aber bei Formen von über 2—3 mm Länge auf, und die größeren Rhabdocoelenarten können sich nur trikladenartig kriechend fortbewegen¹⁾. Schon danach ist wahrscheinlich, daß diese Verschiedenheit in der Art der Fortbewegung wesentlich von der Körpergröße abhängig ist. Noch bezeichnender hierfür ist indessen die Tatsache, daß auch die Jungen der größeren Rhabdocoelenarten, z. B. von *Mesostoma ehrenbergi*, instande sind, in den ersten Stunden nach ihrer Geburt munter nach allen Richtungen das Wasser zu durchschwimmen, — so lange nämlich als sie noch kleiner als 2—3 mm sind²⁾. Erst einige Zeit nachher, sobald sie jene Länge überschritten haben, geben sie das Schwimmen auf und gehen zum Kriechen über.

Wie bereits HESSE³⁾ auseinandergesetzt hat, erklärt sich dieser Wechsel in der Fortbewegungsweise daraus, daß der Wimperschlag nur zu einer beschränkten Krafterleistung fähig ist und daher bei Tieren von einer gewissen Größe an nicht mehr ausreicht, sie freischwebend durch das Wasser zu bewegen. Denn da die Kraft der Flimmerung bei zunehmender Größe entsprechend der Wimperzahl, d. h. also der Körperoberfläche, nur im Quadrat, die Körpermasse dagegen in der dritten Potenz der Länge wächst, so muß sehr bald der Zeitpunkt kommen, wo die Wimperkraft der aus der schnelleren Zunahme der Körpermasse resultierenden stärkeren Beanspruchung nicht mehr gewachsen ist. Die Folge wird daher sein, daß die Tiere vom Schwimmen zum Kriechen übergehen.

Über die Größe der Wimperkraft, welche die Turbellarien zu entwickeln vermögen, sind direkte Messungen bisher nicht angestellt worden. Wohl aber hat JENSEN sie bei *Paramaecium* zu

¹⁾ Anders lautende Angaben, die auch den großen Rhabdocoelenarten Schwimmvermögen zuschreiben, sind durchweg falsch. Eine Ausnahme bildet vielleicht — ich habe diese Form bisher lebend nicht zu Gesicht bekommen und die diesbezüglichen Angaben daher nicht kontrollieren können — nur *Mesostoma tetragonum*. Hier würde es sich indessen nur um eine sekundäre Wiedererlangung der Schwimmfähigkeit durch die für diese Art charakteristische Flossenbildung handeln.

²⁾ Die aus den Subitaneiern ausschlüpfenden Jungen von *Mes. ehrenbergi* haben eine Länge von 1,3—1,7 mm, wachsen aber unter günstigen Verhältnissen so rasch, daß sie schon nach 24 Std. 2,6—2,8 mm, nach 48 Std. 3,9—4,2 mm messen. Ihre Schwimmfähigkeit dauert also meist nur kurze Zeit. Länger schwimmfähig sind dagegen z. B. die Jungen vom *Mes. lingua* und *Bothromes. personatum*.

³⁾ R. HESSE, Der Tierkörper als selbständiger Organismus (HESSE-DOFLEIN, Tierbau und Tierleben Bd. I). 1910, p. 118, 177.

ermitteln versucht, indem er die Infusorien in einseitig zugeschmolzenen Röhren auf die horizontale Scheibe einer Zentrifugalmaschine brachte und die Stärke der Zentrifugalkraft bestimmte, der die Paramaecien mit ihrem Wimperapparat gerade noch entgegenzuarbeiten vermochten. Aus seinen Versuchen berechnete JENSEN die „absolute Kraft“ des Wimperapparates von *Paramaecium* $a = 0,00158 \text{ mg}^1$). Zugleich stellte er durch Division von a mit dem Gewicht der Tiere im Wasser $p = 0,000175 \text{ mg}^2$) fest, das Wievielfache ihres eigenen Körpergewichts die Tiere im Wasser gerade noch zu heben vermögen. Der Wert für diese Rekordkraft, wie man sie nennen kann, $w = \frac{a}{p}$ ist etwas größer als 9.

Von diesen drei ebenfalls viel zitierten Zahlen³⁾ sind nun die beiden ersteren, a und p , durchaus problematisch, da bei ihrer Berechnung das spez. Gewicht der Tiere eine Rolle spielt, und der von JENSEN dafür angenommene Wert $s = 1,25$, wie wir sahen, viel zu hoch ist. Anders steht es dagegen mit der Zahl w . Da in der Formel für a (s. Anm. 1) das Gewicht p im Zähler steht, w aber $= \frac{a}{p}$ ist, hebt sich bei ihrer Berechnung p weg, und der Wert von w

1) Die Versuchsanordnung JENSENS gründet sich auf den negativen Geotropismus der Paramaecien, vermöge dessen die Tiere die Orte des geringsten hydrostatischen Druckes aufsuchen. Wenn ein Paramaecium dem peripher gerichteten Zuge der Zentrifugalkraft eben noch das Gleichgewicht zu halten vermag, ist die absolute Kraft seines Wimperapparates a gleich der Zentrifugalkraft k vermehrt um das Gewicht des Tieres im Wasser p , dessen im Sinne der Schwerkraft wirkender Zug durch die Cilientätigkeit ebenfalls zu kompensieren ist. Die Zentrifugalkraft k wird berechnet nach der Formel $k = \frac{4 \pi^2 \cdot r \cdot p}{g \cdot t^2}$, wobei r die Entfernung des zentrifugierten Körpers vom Rotationsmittelpunkt, t die Umlaufzeit der Scheibe, g die Beschleunigung durch die Schwere und p das Gewicht des Körpers bedeutet. Es ist also $a = k + p = p \left(\frac{4 \pi^2 \cdot r}{g \cdot t^2} + 1 \right)$. Für r ergab sich aus JENSENS Versuchen bei $t = 0,2$ Sekunden der Wert von 80 mm.

2) Das Gewicht des Paramaecienkörpers bestimmte JENSEN aus $s \cdot v$, worin s das mit 1,25 angenommene spez. Gewicht, v das Volumen bedeutet; v berechnete er aus der durchschnittlichen Länge $l = 0,25 \text{ mm}$ und dem Breitendurchmesser $\rho = 0,06 \text{ mm}$ von *Paramaecium*, als $l \cdot \rho^2 \cdot \pi = 0,0007 \text{ cbmm}$, und danach $s \cdot v$ also $= 0,000875 \text{ mg}$. Diese Zahl gibt aber das Gewicht des Tieres im luftleeren Raum an; um sein Gewicht im Wasser p zu erhalten, ist davon nach dem ARCHIMEDES'schen Prinzip noch das Gewicht eines seinem eigenen Volumen gleichen Volumens Wasser abzuziehen: also $p = 0,000875 - 0,0007 = 0,000175 \text{ mg}$.

3) Vgl. außer den in Anm. 1—3 auf S. 226 zitierten Werken z. B. noch S. v. PROWAZEK, Einführung in die Physiologie der Einzelligen. 1910, p. 85.

ist daher unabhängig von jedem etwa bei der Bestimmung des spez. Gewichts gemachten Fehler¹⁾. Ihn einwandfrei ermittelt zu haben, ist das bleibende Verdienst der JENSEN'schen Untersuchung, wenn sie sich auch, wie ihr Titel (s. Anm. 5, S. 226) anzeigt, das Ziel anders gesteckt hatte.

Aus dieser Zahl w ergibt sich nun weiter — und diese Überlegung ist wiederum schon von HESSE angestellt worden —, daß, wenn die Paramaecien ad libitum wachsen könnten, bei ungefähr 9facher Längenzunahme der Moment kommen muß, wo die Kraft ihrer Cilien nicht mehr imstande ist, sie freischwebend im Wasser zu halten²⁾. Das heißt also: da die Paramaecien eine durchschnittliche Länge von 0,25 mm besitzen, würde 2,25 mm die äußerste Länge bilden, bei der sie gerade eben noch des Schwimmens mächtig sein könnten. Weitere Längenzunahme würde dagegen den Verlust des Schwimmvermögens nach sich ziehen müssen.

Dieser Grenzwert von 2,25 mm ist nun auffälligerweise ungefähr derselbe, bei dem auch, wie die Beobachtung lehrt, die Rhabdocoelen ihre Schwimmfähigkeit einbüßen. Und da diese Würmer im großen und ganzen eine den Paramaecien ähnliche Körperform und Bewimperung besitzen, so beruht die Übereinstimmung dieser Grenzwerte vielleicht nicht bloß auf einem Zufall. Vielmehr läßt sich danach vermuten, daß die Kraft des Wimperapparates der Turbellarien im Verhältnis ungefähr von derselben Größenordnung ist wie bei den Infusorien.

Diese Erwägung ließ es mir nun wünschenswert erscheinen, auch das spezifische Gewicht der Turbellarien festzustellen, um daraus wiederum einen ungefähren Rückschluß auf die Größenordnung des spez. Gewichts der Paramaecien ziehen zu können. Als Versuchsobjekte wurden dafür *Planaria lugubris* und *Mesostoma ehrenbergi* gewählt. Die Größe dieser Tiere ermöglichte es, eine Methode anzuwenden, bei der die in JENSEN's Versuchen störende Fehlerquelle nicht in Frage kommt, nämlich die einfache Wägemethode mit Hilfe des Pyknometers.

¹⁾ Demzufolge ergibt sich w nicht nur durch Division der für a und p gefundenen Zahlen (siehe Anmerkung 1 und 2, S. 229), sondern direkt als

$$w = \frac{4\pi^2 \cdot r}{g \cdot t^2} + 1 = \frac{4,3,14^2 \cdot 80}{9810 \cdot 0,2^2} + 1 = 9,05.$$

²⁾ Wenn bei Paramaecium die Kraft des Wimperapparates a gleich dem Neunfachen des eigenen Körpergewichts, also $= 9p$ ist, so würde sie bei einem 9 mal so langen Tier $= 9^2 \cdot 9p$ sein, also gerade dessen auf 9^3p angewachsenem Gewicht die Wage halten.

Die Ermittlung des spez. Gewichts der Tiere mit der Pyknometermethode setzt die Kenntnis folgender Gewichte voraus¹⁾:

G^1 = Gewicht des Pyknometers mit Wasser.

G^2 = " " " nach Beschickung mit einer bestimmten Anzahl (b) Würmer.

G^3 = absolutes Gewicht der b Würmer.

G^1 und G^2 lassen sich jeweils durch direkte Wägung erhalten. Zur Feststellung von G^3 müssen die Würmer aus dem Pyknometer nach sorgfältiger Abtrocknung mit Fließpapier auf ein Uhrschälchen von bekanntem Gewicht G^4 gebracht und nach gründlicher Beseitigung des ihnen dann etwa noch anhaftenden Wassers mitsamt dem Uhrschälchen gewogen werden (G^5). Dann ist $G^3 = G^5 - G^4$ und das spez. Gewicht der Würmer:

$$s = \frac{G^3}{G^2 - (G^1 - G^4)}.$$

Bei den Wägungen kommt es wesentlich darauf an, die Differenz $G^2 - G^1$ richtig zu bestimmen, die angibt, um wieviel die Würmer schwerer sind als das gleiche Volumen Wasser. Um größere Zahlen dabei zu erhalten, empfiehlt es sich, b nicht zu klein zu nehmen, d. h. nicht zu wenig Würmer für jede Wägung zu benutzen²⁾. Andererseits wächst, je mehr Würmer man zugleich verwendet, die Schwierigkeit, sie alle zwecks Bestimmung von G^5 ohne Verletzung abgetrocknet auf das Uhrschälchen zu bringen. Manchmal bleibt dabei ein oder das andere der Tiere am Fließpapier haften und zerplatzt, was dann natürlich zur Folge hat, daß man eine neue Wägungsserie beginnen muß. Nur von untergeordneter Bedeutung sind die Fehler, die dadurch entstehen, daß beim Abtrocknen der Würmer vielleicht noch Spuren von Wasser an ihnen haften bleiben. Natürlich wird G^3 deshalb leicht etwas zu groß ausfallen, aber der Fehler wird dadurch, daß dieser Faktor in der Formel für s sowohl im Zähler wie im Nenner steht, stark ausgeglichen.

Die Brauchbarkeit der Methode ergab sich daraus, daß die Resultate, die bei den verschiedenen Wägungen mit ganz verschiedenen Individuenzahlen erhalten wurden, ausgezeichnet mit-

¹⁾ Für freundliche Hilfe bei den Wägungen, die mit liebenswürdiger Erlaubnis von Herrn Prof. BRAUN im Physikalischen Institut der Universität ausgeführt wurden, bin ich den Herren Dr. BURR und Dr. ROHMANN zu lebhaftem Dank verpflichtet.

²⁾ Wir benutzten zu unsern Wägungen gleichzeitig 6—20 Individuen von *Plan. lugubris* und 40 bzw. 58 Individuen von *Mes. ehrenbergi*, die selbstverständlich vorher durch längeres Hungern nahrungsfrei gemacht worden waren.

einander übereinstimmten. Die Werte, die gefunden wurden: **1,055** für *Plan. lugubris* und **1,02** für *Mes. ehrenbergi* dürften danach das spez. Gewicht der Tiere mit ziemlicher Genauigkeit angeben²⁾.

Natürlich können diese Zahlen keinen Anspruch darauf erheben, ohne weiteres als Maße für das spez. Gewicht des Protoplasmas angesehen zu werden. Immerhin aber dürften sie insofern von Bedeutung sein, als sie die Größenordnung erkennen lassen, der die Zahl für das spez. Gewicht des Protoplasmas jedenfalls angehört. Auch stellen sie m. E. Grenzwerte dar, zwischen denen die gesuchte Zahl liegen dürfte: denn 1,02, der für *Mes. ehrenbergi* mit seinem zarten, von wäßriger Flüssigkeit erfüllte, große Schizocoelräume enthaltenden Körper gefundene Wert — der ungefähr mit dem der im Meere treibenden Fischeier korrespondiert³⁾ — ist aller Wahrscheinlichkeit nach hierfür zu niedrig, 1,055 dagegen, der Wert, der *Plan. lugubris* mit ihrem kompakten Bau kennzeichnet, jedenfalls zu hoch. Unter allen Umständen illustrieren diese Zahlen klar und deutlich, wie wenig die zurzeit allgemein anerkannte JENSEN'sche Zahl den wirklichen Verhältnissen entspricht. Nicht um Zehner, sondern nur um Einer von Prozenten größer als 1 ist die Zahl, die den Betrag für das spezifische Gewicht der lebenden tierischen Substanz angibt.

Diskussion:

Herr Dr. STRODTMANN (Wilhelmsburg) stimmt dem Vortragenden zu, daß die spez. Gewichtszahl 1,25 viel zu hoch für Protoplasma sei. Das spez. Gewicht der Fischeier sei etwa 1,026 bis 1,01. Doch sei hier nicht nur reines Protoplasma, sondern vor allem auch Fett und Wasser vorhanden, immerhin könne das spez. Gewicht für ersteres auf keinen Fall über die zweite Dezimale hinausgehen.

Herr Dr. THIENEMANN (Münster).

²⁾ In 4 Wägungsreihen mit 6, 7, 10 und 20 *Pl. lugubris* wurden als Resultat erhalten: $s = 1,048, 1,058, 1,055$ und $1,056$. Bei *Mes. ehrenbergi* ergaben 2 Reihen mit 40 und 58 Exemplaren 1,02 und 1,018.

³⁾ Vgl. E. EHRENBAUM & S. STRODTMANN, Eier- und Jugendformen der Ostseefische. Wiss. Meeresunters. Kiel & Helgoland, N. F. VI, 1 1904, p. 110.

Herr Dr. E. MARTINI (Hamburg):

Über die Stellung der Nematoden im System.

Im wesentlichen ist es Opposition gegen eine neuerlich vorgebrachte Anschauung über die phylogenetische Ableitung der Nematoden, die mich veranlaßt, mich über diesen Gegenstand auszusprechen. Besonders die mir von Herrn Kollegen BRESSLAU liebenswürdigst übersandte Zusammenstellung über die Organisation der Plathelminthen hat meine schon früheren nach dieser Richtung gehenden Vermutungen sehr bestärkt und mir die engen Beziehungen zwischen beiden Gruppen deutlich gemacht. Bei näherem Studium der Literatur fand ich den Arbeiten von v. GRAFF und VEJDOVSKY weitere auffallende Übereinstimmungen.

Um Ihrer Skepsis gleich den rechten Weg zu weisen, sage ich schon jetzt, daß ich bei meiner Spekulation über die Verfahren der Nematoden auf die rhabdocoelen Turbellarien herauskomme. Dabei dürfen Sie aber nicht gleich an *Ascaris megalocephala* und *Mesostomum ehrenbergii* denken, zwischen denen ein Vergleich natürlich recht kühn erscheinen muß. Es handelt sich aber bei beiden um hochdifferenzierte Angehörige ihrer Gruppen. Stellen Sie sich die kleinen Nematoden *Plectus*, *Rhabditis* oder *Oxyuris* und die kleinen Mikrostomen und Makrostomen vor, dazu noch einige Gastrotrichen und Sie haben eine Gesellschaft, in der gemeinsame Organisationsmerkmale schon eher zu vermuten sind.

Ehe wir den Vergleich beginnen, stelle ich die Anatomie von *Oxyuris curvula* voran, die m. M. nach in vielen Fällen primitivere Verhältnisse zeigt als die von *Ascaris* und sich deshalb besser zum Vergleich eignet.

Der Darm. Der Vorderdarm, Pharynx oder Oesophagus, besteht aus 22 Epithelzellen und 28 Muskelzellen. Die Epithelzellen greifen in eigenartiger Weise mit ihren Fortsätzen zwischen den kontraktile Fasern der Muskelzellen hindurch, besonders auf der Außenfläche sich ausbreitend, so daß die den Vorderdarm außen umhüllende Membran als eine von den Epithelzellen und Bindegewebe gebildete Basalmembran erscheint (die Verhältnisse liegen hier also ähnlich, wie sie Prof. SPENGLER vorgestern bei Sipunculiden geschildert hat). Ferner finden wir Nervenzellen und mehrere Nervenringe sowie Drüsengewebe im Vorderdarm. Die Zahl der Ganglienzellen beträgt 20, die Drüse enthält 7 Kerne, eine beachtliche Abweichung von den sonst bei Nematoden beobachteten. Das ganze Gewebe ist also nach außen durch die erwähnte Membran abgeschlossen. Das

Lumen zeigt bekanntlich eine dreistrahlig Grundform. Es schließt sich ein kurzes Zwischenstück an, von 5 Zellen mit Stäbchensaum gebildet, die wir daher wohl als Drüsenzellen aufzufassen haben. Dies Stück ist nach RAUTHERS Angaben bei anderen Nematoden stärker entwickelt. Im Mitteldarm finden wir ein einschichtiges Epithel in zweierlei Ausbildung, indem am Hinterende sehr schmale und viel längere Zellen einen deutlich abgesetzten Abschnitt des Darmes auszeichnen. Zellkonstanz ist im Epithel jedenfalls nicht vorhanden. Der Mitteldarm und der hintere Teil des Vorderdarms werden von einem Bindegewebe umhüllt, das Ausläufer an die Leibeswand entsendet. An einer solchen Mesenterium ähnlichen Platte liegt im Bereich des Vorderdarms der einzige große Kern. Die Muskularis ist neunzellig, 4 große Muskelkerne finden wir nicht weit hinter der Mitte des Darmes, 4 weitere nahe seinem Hinterende, 1 ventrale Zelle liegt einem Sphinkter am Übergang in den Enddarm an. Letzterer besteht aus 7 Epithelzellen, 3 Drüsen- und 3 Muskelzellen beim Weibchen, beim Männchen haben wir 6 Drüsenzellen und zahlreichere Muskeln.

Die Leibeswand enthält im ganzen 65 Muskelzellen, in jedem subdorsalen Feld $17 = 9$ äußeren + 8 inneren, im rechten subventralen Feld $16 = 9$ außen + 7 innen, links dagegen nur $15 = 9$ außen + 6 innen. Im Epithel fällt jederseits eine Reihe von 16 großen Zellen auf, die die Mitte der Seitenlinien einnehmen, die Cuticula aber nur in geringer Ausdehnung erreichen und den auch sonst bei Nematoden beobachteten mittleren Zellreihen der Seitenfelder entsprechen. Der dorsale und ventrale Teil des Seitenfeldes ist als ein vielkerniges Synzitium ausgebildet, in dem sich Zellkonstanz nicht nachweisen läßt. Die Epidermis des Vorderendes ist zellulär gegliedert geblieben, es herrscht hier völlige Zellkonstanz. Bezüglich der Einzelheiten dieser Gegend sowie des männlichen Schwanzendes verweise ich auf die demnächst erscheinende eingehende Darstellung. Im Nervensystem herrscht ebenfalls völlige Zellkonstanz, vom Nervenring gehen wie gewöhnlich 6 vordere Sinnesnerven ab, nach hinten die Medial- und Lateralnerven, erstere mit je 2 deutlich getrennten Wurzeln. Bindegewebszellen finden wir im Vorderende 10, 4 schon von *Ascaris* bekannte am Nervenring, 6 weitere davor. Das Exkretionsorgan besteht aus 4 Zellen, 2 derselben eine mediane vordere und ebenfalls mediane hintere bilden den ventralen Teil der Harnblase, 1 sehr großer hinten median gelegener Kern gehört zweifellos zum dünnwandigen, die Kanäle bildenden Teil. Einen etwas kleineren vorderen, ebenfalls

median gelegenen Kern muß ich nach meinen bisherigen Bildern ebenso auffassen. Die Exkretionskanäle liegen in den großen oben geschilderten Zellen des Seitenfeldes nahe deren innerer Oberfläche, von einem Drüsengewebe kann hier nicht die Rede sein, ebensowenig übrigens bei Askariden.

Der Genitalapparat läßt nirgends Zellkonstanz erkennen und erscheint dadurch dem Soma gegenüber vollständig fremdartig. Er besteht beim Weibchen aus dem an seinem Ende von einer Kappenzelle gedeckten Ovar, einer Ansammlung kleiner gleichartiger Zellen, der Dotterregion, in der sich diese Zellen in ein äußeres dotterbildendes Epithel und innere Keimzellen differenzieren, einer Tubarregion, die im obersten Teil leer ist oder ein Ei enthält, im unteren Teil mit Sperma gefüllt ein *Receptaculum seminis* repräsentiert. Dann folgt die Schalendrüse, d. h. der Kanal erweitert sich, die Epithelzellen nehmen wieder drüsigen Charakter an, auf dieser Strecke entsteht die Schale des Eies. Weiter abwärts verliert sich der drüsige Charakter, beide Schenkel des Genitalkanals vereinigen sich zum Uterus. Die Epithelzellen desselben sind sehr glykogenreich. Es schließt sich eine kurze, aus Zellen zweierlei Art gebildete Vagina an. Der ganze Apparat ist vom Bindegewebe eingehüllt, das besonders in dem unteren Teil reichlich Kerne zeigt, die Muskulatur erstreckt sich von der Schalendrüse aus abwärts. Der männliche Apparat ist ähnlich, aber einfacher gebaut.

Wenn wir jetzt die Ableitung dieser Organisation von niederen Typen versuchen, so finden wir in der Literatur bereits eine ganze Anzahl einschlägiger Hypothesen. Nur einige seien erwähnt: ANTON SCHNEIDER¹⁾ stellt die Nematoden mit den Chätognaten zusammen, eine Anschauung, die jetzt wohl kaum noch geteilt wird. BÜTSCHLI²⁾ leitet die Nematoden durch Vermittlung der Gastrotrichen von den Rotiferen ab, von denen auch die Aneliden und Arthropoden selbständig ihren Ursprung genommen haben sollen. Ähnliche Anschauungen finden wir auch bei HAECKEL³⁾ und anderen. In einer späteren Publikation weist BÜTSCHLI⁴⁾ auf die Übereinstimmung zwischen Trematoden und Nematoden im Nervensystem hin, hält aber eine phylogenetische Ableitung letzterer von ersterem

¹⁾ A. SCHNEIDER 1866, Monographie der Nematoden.

²⁾ O. BÜTSCHLI 1876, Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung *Chaetonotus*. Z. wiss. Zool. Bd. 26.

³⁾ HAECKEL 1895, Systematische Phylogenie. Bd. 2.

⁴⁾ O. BÜTSCHLI 1885, Zur Herleitung des Nervensystems der Nematoden. Morph. Jahrbuch, Bd. 10.

nicht für möglich, die auch HATSHECK¹⁾ besonders in Rücksicht auf den komplizierten Genitalapparat der Trematoden ablehnt. Der schon früher von PERRIER²⁾ vertretene Versuch, die Nematoden als degenerierte Arthropoden aufzufassen, wurde neuerdings wieder lebhaft befürwortet.

Bei unserer Diskussion dieser Theorien stellen wir zunächst die Nematoden einerseits mit den Arthropoden, andererseits mit den Trematoden in Parallele. Bei den Arthropoden werden wir die Verhältnisse bei Peripatus häufiger besonders zu erwähnen haben. Die Tardigraden, deren Stellung im System durchaus noch unbestimmt ist, werden wir nur hier und da heranziehen.

Was die allgemeine Entwicklungshöhe betrifft, sind folgende Punkte zu erwähnen: Der Enddarm ist bei Arthropoden vorhanden, bei Nematoden vorhanden, bei Trematoden fehlt er. Die Leibeshöhle bei Arthropoden wenigstens entwicklungsgeschichtlich vorhanden (bei Tardigraden fehlen uns ausreichende Angaben), fehlt bei Nematoden, fehlt auch bei Trematoden. Sgmentierung: Bei Arthropoden vorhanden, wenigstens entwicklungsgeschichtlich, bei Tardigraden wohl noch nicht sicher nachgewiesen, fehlt bei Nematoden und Trematoden. Die Exkretionsanlage sind bei Arthropoden Nephridien oder malpighische Schläuche; die bei den Nematoden sind in ihrer Bedeutung noch nicht sichergestellt (siehe unten). Die Trematoden besitzen Protonephridien, gegliederte Extremitäten sind bei den Arthropoden überall vorhanden oder zum mindesten entwicklungsgeschichtlich angelegt. Sie fehlen den Nematoden und Trematoden. Eutelie, damit bezeichne ich die Zusammensetzung des Tierkörpers aus wenigen großen, der Zahl und Lage nach bestimmten Zellen, fehlt bei Arthropoden wohl meist. Sicher zeigt sich bei Milben oder Formen wie *Pentastomum* keine Spur davon. Bei Nematoden finden sie sich stark ausgeprägt, bei Trematoden finden wir sie ebenfalls. „Bei *Tempocephalus* scheint die Zellenzahl konstant zu sein; wenigstens konnte ich diese Konstanz bei dem Exkretionssystem, dem Nervensystem, den Parenchymzellen und den Ootypdrüsen nachweisen“, teilt mir Prof. MERTON mit. Die wenigen großen Zellen im Pharynx der *Fasciola hepatica* deuten wohl ein gleiches Verhalten an.

Diese allgemeinen Verhältnisse sprechen zweifellos bei weitem mehr für eine Zusammengehörigkeit der Nematoden und Trematoden,

¹⁾ HATSHECK 1888, Lehrbuch der Zoologie.

²⁾ PERRIER 1887. — Über weitere Literatur siehe RAUTHER in SPENGELS Ergebnissen u. Fortschr. d. Zool. Bd. 1.

während sich den Arthropoden gegenüber eigentlich nur fundamentale Unterschiede finden lassen. Die Betrachtung der einzelnen Organsysteme wird uns zu einem ähnlichen Resultat führen.

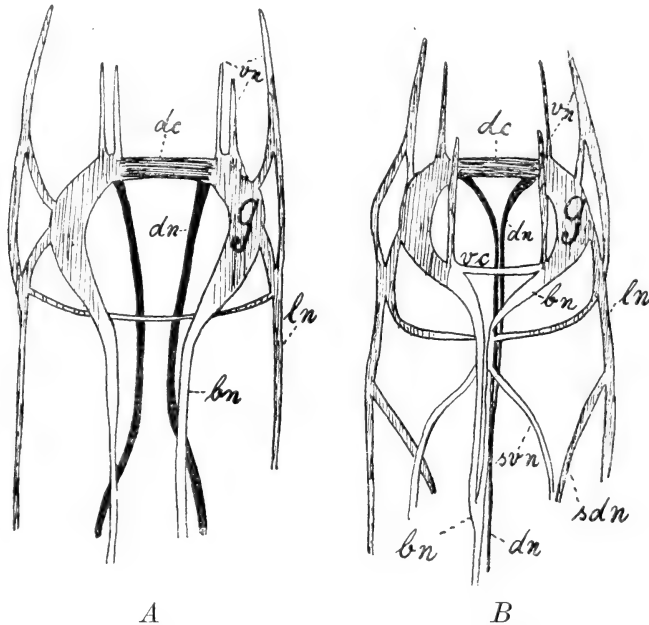
Die beträchtlichsten Unterschiede bietet wohl der Genitalapparat, der bei Nematoden außerordentlich einfach ist, bei Trematoden dagegen hoch kompliziert erscheint, auch bei Arthropoden liegt eine komplizierte Bauart in der Regel vor, indem sowohl Anhangsgebilde meist reichlich entwickelt sind, als auch der Keimstock selbst durch Follikel- und Nährzellenbildung eine höhere Differenzierung erfahren hat. Relativ einfach und den Verhältnissen bei Nematoden nahestehend erscheinen die Verhältnisse bei *Peripatus*. Bei den Trematoden jedoch dürfen wir nicht vergessen, daß es sich in der Mehrzahl um zwitterige Formen handelt; bei *Bilharzia* finden wir dementsprechend wesentlich einfachere Organe; beim männlichen Apparat fehlt der Cirrus, er besteht nur aus Hoden, dem Ductus deferens, der sich zur Samenblase erweitert, und Ductus ejaculatorius. Beim Weibchen bestehen allerdings gesonderte Dotterstöcke und haben eine sehr mächtige Entwicklung erlangt. Der übrige Apparat, bestehend aus Eierstock, Eileiter, Schalendrüse und Uterus, würde eine leidliche Parallele mit den Verhältnissen bei Nematoden zulassen. Bezüglich der Nephridien haben wir die Übersicht oben gegeben. Was die Deutung des Exkretionsorgans bei den Nematoden betrifft, so sind wir der Meinung, daß eine Ableitung von Protonephridien wohl denkbar wäre. Andererseits können wir RAUTHER nicht beistimmen, wenn er es für unwahrscheinlich hält, daß hier eine Hautdrüse phylogenetisch das Exkretionsorgan ersetzt haben könnte. Finden wir doch beim Menschen, daß die Hautdrüsen zum Teil die gleichen Stoffe wie die Nieren abscheiden und bei Erkrankung der letzteren dies in erhöhtem Maße tun, so daß geradezu von einem vikariierenden Eintreten gesprochen werden kann. Bei diesen Verhältnissen bei Wirbeltieren ist die Möglichkeit der Übernahme exkretorischer Funktion durch eine Hautdrüse bei Wirbellosen zweifellos nicht a limine abzuweisen. Andererseits finden wir ein eigentümliches Organ bei Nematoden, das uns eine bemerkenswerte Parallele erlaubt, die Enddarmdrüsen, beim Weibchen eine dorsale, eine rechte und eine linke subventrale Zelle, beim Männchen an jeder Stelle zwei, fordern sie geradezu zum Vergleich mit *Macrobotus macronyx* auf, der an den gleichen Stellen je drei Drüsenzellen hat. Diese sind nun das Homologon, der bei anderen Tardigraden hier einmündenden malpighischen Schläuche, so daß wir zu einer Beziehung zwischen

den Enddarmdrüsen der Nematoden und den malpighischen Gefäßen der Arthropoden kämen, eine der wenigen Parallelen, die ich zwischen beiden Gruppen auffinden konnte. Der Darm zeigt, wie gesagt, bei Nematoden einen Enddarm und steht dadurch höher als der der Trematoden. Im Bau der Pharynx dagegen stimmen Nematoden und Trematoden bemerkenswert überein, während sie zu den Arthropoden in einen Gegensatz treten. Die radiäre, den Pharynx erweiternde Muskulatur ist nämlich bei Trematoden auf den Pharynx selbst beschränkt, der nach außen durch eine Membran abgeschlossen ist; ebenso bei den Nematoden, während sie bei den Arthropoden sich zwischen Pharynxwand und der äußeren Haut ausspannt. Wenn bei Fliegenlarven einige vordere Segmente eingestülpt sind, so kann dies wohl die Klarheit des Befundes trüben, an der Auffassung der Sachlage aber nichts ändern. Bei *Peripatus* finden wir in der Wand des Pharynx selbst eine reich entwickelte radiäre Muskulatur, aber dieselbe besteht aus einzelnen Muskelfasern, während es sich bei den Nematoden und Trematoden um verzweigte Muskelzellen handelt. Ferner ist bei letzteren beiden Gruppen das Epithel versenkt, während es bei *Peripatus* oberflächlich liegt. Auch die Lage der Speicheldrüsen unterscheidet die beiden letzten Gruppen von der ersten. Über den Mitteldarm ist nicht viel zu sagen. Was die Körperwand betrifft, so ist das Epithel bei Nematoden und Trematoden meist versenkt. Bei Arthropoden, auch *Peripatus* deutlich in oberflächlicher Lage. Die Cuticula besteht bei Arthropoden aus Chitin, während dieses bei Nematoden und Trematoden völlig fehlt. Warum degenerierende Arthropoden ihr Chitin verloren haben sollten, das wir bei den Pentastomen doch noch wohl erhalten finden, ist nicht einzusehen. Die Muskulatur ist bei den Arthropoden durchweg die quergestreifte Faser, bei *Peripatus* die glatte Faser. Der Platodentyp der Leibeshöhlenmuskulatur, wie ihn BLOCHMANN für Trematoden ermittelt hat, scheint überall zu fehlen. Bei Nematoden und Trematoden haben wir entweder einfache Muskelzellen oder eben jene verzweigten Myoblasten mit zahlreichen kontraktile Fibrillen. Außer Längsmuskulatur finden wir bei den Arthropoden noch starke, schräg gerichtete Faserzüge entwickelt, bei *Peripatus* kommt noch eine äußere Ringmuskulatur hinzu. Bei Trematoden und Nematoden ist die Längsmuskulatur stark entwickelt, die Ringfasern bei ersteren schwach, fehlen bei letzteren völlig. Dorsoventralmuskel bei ersteren reichlich vorhanden, sind bei letzteren auf die Enddarmgegend beschränkt. Das Nervensystem der Arthropoden ist ein Strick-

leiternervensystem mit dorsalen Schlundganglien und mehr oder weniger deutlich in Ganglien gegliedertem Bauchmark. Bei Nematoden und Trematoden finden wir eine Mehrzahl hinterer Nervenstränge. Auf die Übereinstimmung zwischen dem Nervensystem der Trematoden, speziell *Distomum isostomum* und den Nematoden, hat bereits BÜTSCHLI hingewiesen. Die neueren Untersuchungen der Nematoden lassen diese Übereinstimmung noch frappanter erscheinen, so daß wir das von BÜTSCHLI konstruierte Zwischenglied gut entbehren können. Die beiliegende Figur illustriert das Notwendige. Bei *Distomum* (ich beziehe mich hier teilweise auf meine eigene Erfahrung an *Fasciola hepatica*) liegt über dem Schlund eine sehr faserreiche Kommissur, der nur wenige Ganglienzellen anliegen. Sie geht jederseits in stärkere und zellreichere Teile des Nervensystems über. Vorher jedoch treten ein paar Nerven aus, die sich dorsal wenden und in einiger Entfernung unter der dorsalen Haut hinziehen. Von der gleichen Stelle treten einige feine Nerven zum Vorderende. Aus den dickeren Seitenteilen des zentralen Nervensystems entwickeln sich zwei vordere Nerven und zwei hintere Nerven, die seitwärts gewendet in einiger Entfernung unter der Körperhaut hinziehen. Vordere und hintere Nerven sind durch einen am Ganglion vorbeiziehenden Faserstrang verbunden. Nach Abgabe des Seitennerven wendet sich die Fasermasse, mit Ganglienzellen reich besetzt, weiter ventral und etwas median und geht nun in die beiden mächtigsten nach hinten verlaufenden Nerven über, die höchstens durch eine schwache untere Schlundkommissur an dieser Stelle miteinander verbunden sind.

Fast genau dieselben Verhältnisse zeigt uns *Oxyuris curvula*. Auch hier liegt die Hauptansammlung von Ganglienzellen in der Lateralgegend. Die sogenannten Ventralganglien bestehen, wie schon GOLDSCHMIDT fand, aus unipolaren Ganglienzellen, deren zum Teil ziemlich langer Nervenfortsatz schräg seitwärts gerichtet in den Nervenring eintritt, und zwar bereits in der Subventrallinie. So finden wir also auch bei *Oxyuris curvula* eine faserreiche zellarme dorsale Kommissur, von der mit zwei Wurzeln der dorsale Nerv entspringt. Beide Wurzeln bleiben bei unserer Form eine ziemliche Strecke lang selbständig, erst wo die Verengung des Rückenfeldes es ihnen aufzwingt, vereinigen sie sich zu einem Nervenstrang. Am Übergang der Dorsalkommissur in die Seitenteile treten vom Nervenring die beiden subdorsalen Sinnesnerven nach vorne. Aus der Lateralgegend entwickelt sich einmal der stärkste Sinnesnerv des Tieres, doch zieht die größte Zahl seiner Faser am Nervenring

vorbei, eine Beobachtung GOLDSCHMIDT's die ich bestätigen kann, und geht direkt in den Lateralnerv über, der außerdem eine Anzahl Fasern aus den seitlichen Ganglien erhält. Einzelne Nerven lassen sich hier bis in die Rektalgegend verfolgen. Die Ventralnerven, die bei unserer Form bis hinter den Genitalporus getrennt bleiben, entwickeln sich ebenfalls aus der Seitengegend des Nervenringes, und zwar verlassen sie denselben noch außerhalb der ventralen



Schema des Nervensystems, A eines Trematoden, B von *Oxyuris curvula*.

bn Bauchnerv, dc Dorsalkommissur, dn Dorsalnerv, G Gegend der stärksten Ansammlung von Ganglienzellen, ln Lateralnerv, vc ventrale Kommissur, vn vordere Nerven. — A ist entworfen unter Zugrundelegung der Figur von Gaffron über das Nervensystem von *Distomum isostomum* bei Breslau: Handwörterbuch der Naturwissenschaften mit Berücksichtigung dessen, was ich selbst für *Fasciola hepatica* gesehen habe, besonders: der Ursprung der drei Hauptnervenpaare ist getrennt. Der Ventralnerv ist die direkte Fortsetzung der Lateralganglien. Die hinteren Kommissuren sind, als für unseren Zweck unwesentlich, weggelassen.

Ganglien. Eine relativ zellarme ventrale Kommissur bildet den unteren Abschluß des Ringes.

Wenn unser Vergleich richtig ist, müssen wir erwarten, daß die ventrale Kommissur bei *Oxyuris* außerordentlich viel schwächer ist als die dorsale. Ein Medianschnitt läßt nun in der Tat erkennen, daß sie höchstens ein Drittel so viel Fasern enthält als die dorsale.

Die Übereinstimmung, die hier im Nervensystem hervortritt, ist eine so präzise, daß wir sie wohl kaum allein auf konvergente Züchtung zurückführen können, vielmehr innige phylogenetische

Beziehungen zwischen Trematoden und Nematoden annehmen müssen. Diese Beziehungen brauchen aber nicht als eine Abstammung der Nematoden von den Trematoden aufgefaßt zu werden.

Von den Arthropoden dagegen zeigen sich in allen Organen sehr wesentliche Unterschiede, so daß eine Ableitung der Nematoden von diesen unmöglich erscheint. Wenn sich mit *Peripatus* einige Übereinstimmungen ergeben, so trifft das Punkte, in denen *Peripatus* den anderen Arthropoden gegenübersteht (primitiver ist), nämlich die Ausbildung des Vorderdarms und des Geschlechtsapparats. Fundamentale Unterschiede, wie Muskelbau und -anordnung, Morphologie des Nervensystems und des Exkretionsapparats, sowie Vorhandensein von Chitin, schließt aber eine enge phylogenetische Beziehung zwischen Onychophoren und Nematoden aus. Gegenüber den Tardigraden bietet deren Nervensystem, Muskelanordnung und ihr Ovarialbau scharfe Grenzen gegen die Nematoden.

Unter den Unterschieden zwischen Nematoden und Trematoden würde wohl die Entwicklung des Enddarms bei ersteren einer direkten Ableitung nicht im Wege stehen; dagegen scheinen letztere durch die Anwesenheit von Haftapparaten die Komplikation des Genitalapparats, die sich selbst bei diözischen Formen in der mächtigen Entwicklung der Dotterstöcke ausprägt, sowie in der hohen Entfaltung des Exkretionsapparats den Nematoden gegenüber als die höher differenzierten Formen, so daß wir sie wohl nicht in die direkte Stammreihe der letzteren einreihen dürfen. Wir müssen also die Vorfahren der Nematoden unter den Vorfahren der Trematoden suchen, und hier weisen uns die übereinstimmenden Anschauungen von VON GRAFF und BRESSLAU auf die rhabdocoelen Turbellarien hin.

Ehe wir hier weitergehen, ist es vielleicht zweckmäßig, ein paar Worte über die Gastrotrichen zu sagen, welche ja von BÜTSCHLI als die nächsten Vorfahren der Nematoden angesehen werden. Im ganzen ist ihre Organisation noch zu wenig erforscht, um ein abschließendes Urteil zu erlauben. Der Bau des Pharynx, des Mitteldarmes mit seinen zwei Zellreihen, wie wir sie auch bei Strongyliden und Rhabditiden wiederfinden, das Vorhandensein eines Enddarmes, das Fehlen der Ringmuskulatur, der paarige Genitalapparat, sprechen im ganzen für Beziehungen zu den Nematoden. Die dorsale Ausmündung des Enddarmes, sein feinerer Bau, der Bau der Muskulatur, und was wir vom Nervensystem wissen, scheinen einer solchen Ableitung ungünstig. Sehr eng schließt sich zweifellos der Bau dieser Tiere an den der Rädertiere an, mit

denen auch der feinere Muskelbau und die nur wenigen Unterbrechungen in der Längsmuskulatur auffallend übereinstimmen. Die Rotiferen selbst aber dürfen wir nach der Anschauung ihres besten Kenners DE BEAUCHAMP nicht als ursprüngliche Form ansehen, sondern als eine Endgruppe, welche sich mit den Gastrotrichen von gemeinsamen tubellarienähnlichen Vorfahren ableitet. Jedenfalls, wenn wir die Abstammung der Nematoden von den Gastrotrichen nicht geradezu ablehnen, bleibt uns nur ein non liquet über, da einzelne Punkte der Organisation noch nicht genügend geklärt sind.

Das letztere gilt nun leider auch von derjenigen Gruppe unter den rhabdocoelen Turbellarien, auf die uns die Entwicklung des Genitalapparates ohne weiteres verweist, nämlich den Hystrophoren. Besonders ist es auch hier das Nervensystem, das sich einer Ableitung nicht günstig erweist, da als höchstes erst zwei Paar hintere Stämme aufgefunden sind, in anderen Fällen dagegen, die von großem Interesse wären, eine genügende Kenntnis der hinteren Nervenstämme nicht vorliegt (vgl. VEJDOSKI's Angabe über *Prorhynchus*). Andere Schwierigkeiten sind das Fehlen des Enddarms, die Reduktion des Exkretionsapparats, der Drüsen und Flimmermangel in der Haut der Nematoden. Betrachten wir zunächst das Verhalten dieser Merkmale im Bereich der rhabdocoelen Turbellarien und die Erklärungsmöglichkeit der Differenzen.

Da wir unter den Rhabdocoelen bei den Aloeocoelen noch 3—5 hintere Nervenpaare finden und ebenso der Gruppe der Acoelen und Polycladen mehrfache hintere Nervenstämme eignen, müssen wir dieselben auch wohl für die Urrhabdocoelen annehmen, die wir wohl nach hystrophorem Typus gebildet uns denken würden. Der Enddarm ist vielleicht überhaupt polyphyletisch entstanden und dürfte der Ableitung wohl die geringste Schwierigkeit bieten. Wenn wir endlich mit HUBRECHT den Parasitismus als primär bei den Nematoden annehmen wollen, so würde derselbe uns weitere Bildungseigentümlichkeiten erklären. Finden wir doch durch denselben bei Rhabdocoelen den Exkretionsapparat stark reduziert, so daß in manchen Fällen Wimperflammen nicht nachgewiesen werden konnten, ebenfalls die Rhabditen geschwunden, und das Flimmerkleid zum mindesten etwas verkürzt¹⁾, während uns die Trematoden lehren, daß der Übergang von Turbellarien zum Parasitismus einen völligen Verlust der Bewimperung herbeiführen kann.

¹⁾ Vgl. v. GRAFF p. 2582.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir die einzelnen Organsysteme vergleichend durch und untersuchen, wie weit sich übereinstimmende Verhältnisse mit denen bei Nematoden bei hysteroophoren Turbellarien oder sonst wenigstens im Bereiche der Rhabdocoelen auffinden lassen. Der Pharynx der Nematoden ist wie der der Trematoden mit der Turbellarieterminologie als Pharynx bulbosus zu bezeichnen, den VON GRAFF dadurch charakterisiert, daß bei ihm der Binnenraum durch ein Muskelseptum vom Mesenchym abgeschlossen ist. Wie diese enthält der Nematodenpharynx außer Muskulatur und Epithel auch Drüsen- und Nervenringe. Bei den Turbellarien kommt der Pharynx bulbosus nur bei den Rhabdocoelida und einigen Aloeocoelen vor, unter den Hysteroophoren bei Prorhynchiden. Die Pharynxtasche zieht sich nach VON GRAFF bald weit am Pharynx nach hinten, bald inseriert sie sich bereits dicht an seiner vorderen Öffnung¹⁾, ein Verhalten, das dem bei Nematoden entsprechen würde. Die Länge des Pharynx bulbosus schwankt nach VON GRAFF außerordentlich, sie kann $\frac{2}{5}$ von der des Tieres erreichen. In einigen Fällen, so auch bei *Prorhynchus hygrophilus* ist ein dreistrahliges Lumen beobachtet²⁾. Eine Epithelversenkung, wie sie für den Nematodenpharynx charakteristisch ist, dürften wir auch bei Rhabdocoelen vielfach finden, wenigstens konnte VEJDOVSKY bei genanntem *Prorhynchus* oberflächliche Epithelkerne nicht nachweisen. Bei dieser Form überwiegt auch die Radiärmuskulatur in auffallender Weise.

An den Pharynx schließt sich bei Rhabdocoelen ein Oesophagus an, dessen Zellen flimmerlos und den Epithelzellen des Pharynx dem Habitus nach ähnlich geschildert werden. Auch bei Nematoden läßt sich ein solcher Oesophagus nachweisen, s. p. 234 oben. Dann folgt der Mitteldarm, der zwischen beiden Gruppen beachtliche Differenzen nicht bieten dürfte. Über den Enddarm ist bereits mehrfach gehandelt³⁾. Die Muskulatur der Nematoden erscheint

¹⁾ Derselbe p. 2100, 2107.

²⁾ Die Darstellung habe ich an diesem Punkt etwas anders gefaßt als in Bremen, da Herr Kollege BRESSLAU die Liebenswürdigkeit hatte, mich auf einen Irrtum aufmerksam zu machen.

³⁾ Über die Enddarmdrüsen ist bereits oben eine Homologisierungsreihe aufgestellt. Wir möchten hier noch zwei weitere Hypothesen loswerden. Wäre es nicht einerseits denkbar, daß wir am Exkretionsorgan mehrere Ausmündungen ursprünglich gehabt hätten, wie sie ja im Bereich der Turbellarien vielfach beobachtet werden, in unserem Falle eine unpaare hintere Blase, in die mehrere Räume einmündeten, und paarige oder unpaare vordere? Durch die ektodermale Einstülpung der Kloake wären dann hinten Verhältnisse à la Rädertiere entstanden, daneben

auf den ersten Blick von der der Rhabdocoelen sehr abweichend. Ich war daher selbst sehr überrascht, als ich bei meinen Entdeckungsreisen bei VON GRAFF, nur der Vollständigkeit wegen, mich auch mit der Muskulatur der mich so sehr interessierenden Pro-rhynchiden bekannt machend, auf Verhältnisse stieß, die geradezu zum Vergleich mit den Nematoden herausfordern. Eine Ringmuskulatur ist hier VON VEJDOVSKY¹⁾ nicht eingezeichnet und wird auch nicht im Text erwähnt. Die Längsmuskulatur liegt in einer Schicht und große Myoblasten liegen den Fasern innen auf, so daß ein Bild entsteht, das an meromyare Muskulatur, wenigstens äußerlich, gemahnt. Transversalmuskulatur finden wir nicht abgebildet, dagegen reichlichere dorsoventrale Züge, die ja bei Nematoden auf das Hinterende beschränkt sind. Auf die histologische Übereinstimmung der Leibeshöhlenmuskulatur bei Nematoden und Plathelminthen überhaupt, also auch mit Rhabdocoelen wurde schon oben hingewiesen. Das äußere Epithel ist, wie bei Nematoden, so auch bei Rhabdocoelen häufig synzytial. Ein solches Syznytium gibt VEJDOVSKY²⁾ auch für *Pro-rhynchus hygrophilus* an. Kerne konnte er in denselben nicht nachweisen, dagegen fand er einwärts von der Muskulatur einige große Zellen, die mit einem peripheren Fortsatz

aber die vordere Öffnung geblieben. Zerlegung des Gesamtsystems, die bei Plathelminthen ja vorkommt, würde dann einen hinteren, nur aus dem drüsigen Anteil bestehenden Abschnitt, an der Kloake belassen haben, der als Ausgang für die Enddarmdrüsen der Nematoden und vielleicht auch (analog) für die malpighischen Gefäße der Arthropoden gelten könnte, während der vordere, aus beiden Anteilen bestehende Teil in das jetzige Exkretionsorgan der Nematoden übergegangen wäre.

Eine ganz andere Überlegung ist die: Bei den Vorfahren der Nematoden hat die männliche Geschlechtsöffnung wohl weit hinten gelegen. In den hintersten, wohl ektodermalen Abschnitt ist der Darm durchgebrochen, vor dem Penis, der somit, wie bei den Nematoden, vom eigentlichen Genitalkanal entfernt erscheint. (Diese Verhältnisse mögen auch die Reduktion des letzteren, sei es als ein dorsales, sei es als zwei laterale Spikula, begründen.) Die Enddarmdrüsen der Nematoden wären dann den akzessorischen oder Körnerdrüsen der Rhabdocoelen homolog. Beim Auftreten des Gonochorismus blieben sie beim Weibchen erhalten, vielleicht durch Funktionen, die über die einer Hilfsdrüse des männlichen Apparates hinausgehen, oder vielleicht nach dem Prinzip, nach dem sich auch sonst im Tierreich ursprünglich rein männliche sekundäre Sexualcharaktere bei beiden Geschlechtern finden können. Daß sie beim Männchen in der doppelten Zahl ausgebildet sind, spricht vielleicht auch für ihre ursprüngliche Bedeutung als männliche Anhangsdrüsen.

¹⁾ VEJDOVSKY 1895, Zur vergleichenden Anatomie der Turbellarien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60, 1895.

²⁾ Derselbe, ebenda p. 144.

das Epithel erreichen. Es dürfte sich hier also um ein versenktes Epithel handeln, wie es auch für Nematoden charakteristisch ist, ferner ist bei genanntem *Prorhynchus* der Drüsenreichtum gering (einzellige Hautdrüsen finden sich ja auch bei vielen Nematoden. Beachtlich ist, daß nach Abbildung (Fig. 75 und 77) VEJDOVSKYS die Drüsen besonders die Seitenlinie einnehmen, auf die sie bei Nematoden beschränkt sind. Rhabditen werden von ihm für *Prorhynchus hygrophilus* nicht erwähnt. Die eigenartigen von HASWELL für *Prorhynchus putealis* angegebenen Drüsenverhältnisse lassen vielleicht auch noch weitere Aufschlüsse erwarten. Die Rückenhaut bei *Prorhynchus hygrophilus* ist flimmerlos, gleicht also in dieser Hinsicht der der Nematoden. Das erscheint besonders beachtlich, da die Spezies nicht parasitiert. Das Exkretionsorgan bietet bei Rhabdocoelen bezüglich Anordnung und Ausmündung allerlei Verschiedenheiten, u. a. kommt auch gemeinsame Ausmündung auf der Ventralseite vor, von je 2 vorderen und 2 hinteren Längsstämmen, die sich rechts und links zu einem querverlaufenden Gang vereinigen, also eine den Nematoden durchaus entsprechende Anordnung, z. B. bei *Rhynchomesostoma*, vgl. VON GRAFF p. 2148. Auch die Exkretionsverhältnisse bei *Prorhynchus stangnalis* zeigen eine gewisse Übereinstimmung, doch münden die beiden Quergefäße noch getrennt aus. Was den feineren Bau des Exkretionssystems der Turbellarien betrifft, so zeigen die Hauptstämme ein dickeres drüsiges Epithel, das vielfach flimmerlos ist, während die Wimpertrichter in ein dünnwandiges Gefäßsystem einmünden¹⁾. Ersteren Anteil können wir vielleicht in den dickwandigen, die Harnblase der Nematoden bildenden beiden Zellen wiederfinden. Die eigentliche Exkretionszelle würde dem dünnwandigen System entsprechen. Die von ihr gebildeten Kanäle zeigen ebenfalls außerordentlich dünne Wandung, die erst dicht am blinden Ende, also der Stelle, die dem Flimmerursprung bei Rhabdocoelen entsprechen würde, eine gewisse Mächtigkeit gewinnt.

Über das Nervensystem wurde oben bereits eingehend gehandelt, über *Prorhynchus hygrophilus* wissen wir durch VEJDOVSKY, daß eine faserreiche dorsale Kommissur zwei zellreiche Seitenteile verbindet, während eine ventrale Kommissur zellig geschildert wird, ein Bild, das dem allgemeinen Eindruck der Verhältnisse bei Nematoden ungefähr entspricht.

¹⁾ Daß hier eine sehr genaue Übereinstimmung mit Rädertieren vorliegt, brauchen wir wohl nicht erst zu unterstreichen.

Als ich schon einmal auf die großen Übereinstimmungen zwischen Rhabdocoelen und Nematoden aufmerksam geworden war, sah ich auch bei den Sinnesorganen nach. „Man kann ja nie wissen.“ Auch hier fand sich einiges Bemerkenswerte. Augen und Otocysten fehlen ja auch vielen Rhabdocoelen. Unter der Überschrift „Grübchenflecken“ finde ich nun für *Mesostoma* nach LUTHER folgende Angabe: (VON GRAFF p. 2197) „Vorn nahe der Körperspitze findet sich bei *Mesostoma ehrenbergii*, links und rechts dorsal dem Seitenrand stark genähert, je eine Stelle, wo das Epithel der Rhammiten sowohl wie der Rhabditen gänzlich entbehrt (XV, 10 wgr.). Die Zellen scheinen hier elastischer zu sein als in der Umgebung; sie sind zuweilen (selten) etwas höher, in der Regel aber flacher als das umgebende Epithel. An Quer- und Sagittalschnitten sind diese Stellen meist etwas eingesenkt, was der Kontraktion von dorsoventralen Muskelfasern (m_1) zuzuschreiben ist, die von hier ventral- und medianwärts ziehen. Innen tritt an diese Stelle ein starker Zweig der unteren vorderen Nerven. Dort, wo er das Epithel erreicht, verbreitert er sich brausenförmig und legt sich dem Integument dicht an (n_1). Es lassen sich Fasern bis zum Epithel verfolgen.“ Diese Schilderung würde für einige Nervenendigungen im Vorderende von *Oxyuris* recht gut passen. Leider ist die Abbildung bei LUTHER nicht sehr deutlich. Die Wimpergrübchen der Rhabdocoelen könnte man sehr wohl mit den Geschmacksorganen der Nematoden vergleichen. Von den Prohynchiden sagt VON GRAFF, daß die Wimpergrübchen bei ihnen zumeist sehr tief eingesenkte Säcke darstellen. Bei *Prorhynchus putealis* öffnen sie sich dicht hinter dem Vorderende des Körpers. Sie enthalten Wimperzellen, Drüsenzellen und Nervenendigungen. Die gleichen Elemente, abgesehen vielleicht vom Flimmern, lassen sich auch im Geschmacksorgan der Nematoden nachweisen, das ja auch bei vielen freilebenden Formen und den Mermitiden, bei denen es als Seitenorgan auftritt, eine recht weite Öffnung hat.

Bezüglich des Geschlechtsapparates finden wir wiederum, was die Ausmündung betrifft, allerlei verschiedene Verhältnisse verwirklicht. Die für die Nematoden charakteristische Lage der weiblichen vor der männlichen Öffnung kommt u. a. auch vor bei Hysterophoren. Ebenso paarige oder unpaarige Ausbildung. Der Bau des weiblichen Geschlechtsapparates bei *Prohynchus hygrophilus* gleicht, abgesehen von seiner Unpaarigkeit, wieder auffallend dem von *Oxyuris*. An den aus undifferenzierten Zellen zusammengesetzten Eierstock schließt sich eine Zone, in der die äußeren

Zellen zu Dotterzellen differenziert sind. Weiter abwärts ändert der Bau dieses äußeren Epithels seinen Charakter zweimal, was der Schalendrüse und Uterus bei Nematoden entsprechen würde¹⁾.

Die Deckzellen VEJDovski's entsprechen vielleicht dem Bindegewebe und der Muskulatur des Genitalapparates bei Oxyuren. Über den männlichen Apparat ist mir wenig bei Prorhynchiden bekannt. Die Folge von Hoden, *ductus deferens*, *vesicula seminalis*, *ductus ejaculatorius*, wie wir sie bei Rhabdocoëlen weit verbreitet finden, stimmt durchaus mit dem Bau der Nematodengenitalien. Ob die Spicula der Nematoden auf den Cirrhus der Turbellarien zurückzuführen sind, läßt sich wohl zurzeit nicht entscheiden, unmöglich erscheint es mir nicht. Daß das Ei bei Nematoden und Hystenophoren einfach ist, sei hier noch betont. Erstere dürfen wir daher wohl sicher nicht von Formen mit zusammengesetztem Ei, also Rhabdocoelida-Trematoden resp. Alloecoela-Triclada ableiten.

Sehr auffallend und durchgreifend erscheinen die Unterschiede zwischen Plathelminthen und Nematoden im Parenchym, vor allem hielt ich die büschelförmigen Organe für ein unerklärliches Charakteristikum der Nematoden. Nichtsdestoweniger las ich auch über das Bindegewebe der Prorhynchiden nach und fand hier, daß VEJDovski in demselben zweierlei Elemente unterscheidet, einmal Bindegewebszellen, vor denen eigentlich nur der Kern nachweisbar ist, und die im Vorderende zahlreicher, im Hinterende spärlicher vorkommen. Es scheint mir zunächst die Hypothese gerechtfertigt, daß diese Elemente dem eigentlichen Bindegewebe der Nematoden homolog sind, dessen Kerne ja sehr deutlich sind, während das eigentliche Gewebe lange Zeit nicht erkannt ist. Auch sie sind im Vorderende reichlich (10 Stück bei *Oxyuris*) vorhanden, während hinter dem Nervenring nur noch wenige vorkommen. Die andere Art bindegewebiger Elemente schildert VEJDovski als braune, verzweigte Zellen mit grobkörnigem Inhalt. In ihnen können wir wohl auch nach den Abbildungen leicht das Homologon der büschelförmigen Zellen der Nematoden erblicken, die ja auch verzweigt sind. Auch sie besitzen grobkörnigen Inhalt. Von ihrer bräunlichen Farbe kann man sich leicht an der frischen *Ascaris* überzeugen. Die Verzweigung der Zellen ist ja allerdings bei Nematoden eine viel hochgradigere. Immerhin muß ich wieder darauf hinweisen, daß die Differenzierung bei Oxyuren noch keine so auffällige ist wie bei Ascariden. Die Bindegewebsarmut der Nematoden ist es ja vor allem, was ihren

¹⁾ Vgl. VEJDovsky 1895: Z. wiss. Zool. Bd. 60, Taf. VII, Fig. 84—88.

Querschnitt in so auffallender Weise charakterisiert, aber dieser Endeffekt scheint gerade das Ziel der eutelischen Reihe zu sein, finden wir doch auch ähnliches bei Rädertieren und bei Copelaten, wo auch z. B. bei *Oikopleura longicauda* nur mehr eine Bindegewebszelle nachweisbar bleibt.

Im ganzen finden wir also, daß sich alle Organe der Nematoden in ihrer Topographie und Histologie recht gut auf die der Rhabdocoelen, speziell der Hystorophoren Turbellarien beziehen lassen. Am nächsten unter den jetzt lebenden Formen scheint ihnen die Gattung *Prorhynchus* zu stehen, wenigstens nach dem, was wir bisher über die Anatomie dieser Tiere wissen. Wie aber immer in solchen Fällen unsere schönsten Spekulationen durch unfreundliche Tatsachen gekreuzt werden, besitzen die Prorhynchiden doch einige Merkmale, welche mit unserer Überlegung nicht recht stimmen wollen. Dahin gehört vor allem die unpaare Ausbildung des weiblichen Geschlechtsapparats und die Ausmündung des männlichen ganz nahe am Vorderende. Auch sei hier nochmals auf die Unstimmigkeit im Nervensystem verwiesen. Wenn wir uns also auch die Verfahren der Nematoden nicht als Angehörige der Gattung *Prorhynchus* denken können, so würden wir sie doch wohl als primitive hystero-phore Turbellarien denken, die dieser Gattung im Bau nahestehen¹⁾. Aber es sei noch darauf hingewiesen, daß, wenn wir uns durch Entwicklung eines Enddarms bei primitiverer Gestaltung des Genitalapparates eine Zwischenform zwischen jenen Hystorophoren und den Nematoden konstruieren wollen, wir zu fast ganz der gleichen Form kommen, wie sie de BEAUCHAMP nach seinen Überlegungen über Rädertiere und Gastrotrichen aufgestellt hat. Diese Übereinstimmung ganz verschiedener Wege scheint doch darauf hinzuweisen, daß es sich hier nicht um reine Phantasie handelt.

Jedenfalls schienen mir diese Überlegungen wert, sie einmal auf dem Zoologenkongreß der Diskussion zu unterbreiten.

¹⁾ Ein primitives Verhalten möchte sich aussprechen in Paarigkeit der Geschlechtsorgane und Ausmündung derselben nach Art von *Macrostomum*, ferner vielleicht im Besitz reicherer (5 Paar) hinterer Nervenstämmen.

Natürlich kann man die Nematoden nicht unter die Turbellarien einreihen im System, und so scheint vorläufig ihre Stellung hinter den letzteren, vielleicht neben andern Turbellarienabkömmlingen (wie z. B. bei Claus-Grobbsen) durchaus gerechtfertigt.

Herr Prof. G. ENTZ jun.:

Cytologische Beobachtungen an *Polytoma uvella*.

(Vorläufige Mitteilung.)

Die cytologischen Verhältnisse der *Volvocineen* — und speziell von *Polytoma uvella* — wurden schon wiederholt untersucht. Nach EHRENBURG, STEIN und anderen älteren Beobachtern hatte die Teilung zuerst BLOCHMANN (1894) eingehender studiert, welcher diese als mitotisch erkannt hat. DANGEARD (1901), der die Mitose so vieler Protisten nachgewiesen hat, beschrieb auch die Teilung von *Polytoma*, fand bei ihr bald 4, bald 6 Chromosomen und glaubt, daß ihre Zahl auf 6 festzustellen sei. Er konnte keine Centrosomen auffinden und glaubt, daß solche überhaupt nicht vorhanden sein können. PROWAZEK (1903) untersuchte sowohl die Struktur der ruhenden Zelle, als auch die Teilung, ohne jedoch in die Einzelheiten sich näher zu vertiefen.

Von anderen *Volvocineen* haben wir auch manche mit moderner Technik gemachte Untersuchungen. Der erste war HARTMANN (1904), der für *Volvox* die in geringer Zahl anwesenden, schleifenförmigen Chromosomen und das Vorhandensein von Centrosomen angab, seine ausführliche Arbeit ist aber leider nicht erschienen, so daß wir außer dieser kurzen Mitteilung keine Details seiner Beobachtungen besitzen.

MERTON (1908) beschrieb die mitotische Teilung von *Pleodorina illinoisensis*, bei welcher ungefähr 12 Chromosomen auftreten. Ein Centrosom konnte er nicht nachweisen.

Eingehend beschäftigte sich REICHENOW (1910) mit *Haematococcus pluvialis*, stellte die mitotische Teilung und 32 Chromosomen fest, fand aber auch kein Centrosom.

Meine auf *Polytoma uvella* bezüglichen Untersuchungen, welche ich in dem Institut für Infektionskrankheiten ROBERT KOCH bei Prof. HARTMANN ausgeführt habe, wurden an gezüchtetem Material gemacht und beziehen sich auf den Bau der *Polytoma*-Zelle, sowie auf die Teilung. Die Resultate dieser Untersuchungen möchte ich hier kurz mitteilen.

Vom Bau der ruhenden Zelle will ich die Geißelinsertion besprechen. Die beiden Geißeln entspringen aus zwei Basalkörnern, welche seitlich miteinander verbunden sein können. Die Basalkörner können nun auch mit dem Kern in verschiedener Weise zusammenhängen, und zwar können von den Basalkörperchen feine

Fibrillen entspringen, welche alle an die Oberfläche des Kernes sich anheften und so eine Art Fibrillenkegel bilden. Zweitens kann von beiden Basalkörperchen ein ziemlich dicker Plasmastrang entspringen, welcher dann auch in einen ähnlichen Fibrillenkegel wie der obengenannte übergeht. Beide Modi werden von PROWAZEK geschildert. Bei einem dritten Modus geht von einem der beiden Basalkörner eine ziemlich starke Fibrille — Rhizoplast — aus, welche dann mit dem Kern, und zwar meistens mit einem der Kernmembran von innen anliegenden und mit dem Kernkörperchen durch ein gerades Bindeglied verbundenen Kügelchen in Zusammenhang steht. Dieses Kügelchen ist nach der HARTMANN'schen Deutung als das aus dem Nucleolus ausgewanderte Centriol aufzufassen. Bei einem vierten Modus legt sich der Kern sozusagen direkt an die Basalkörner an; endlich kann zwischen Kern und Basalkörnern eine Verbindung überhaupt nicht mehr vorhanden sein.

Im bläschenförmigen Kern ist das Außenchromatin verschieden angeordnet. Eine deutliche Kernmembran ist vorhanden. An ihrer Innenseite liegt ein Centriol, das durch eine gerade Verbindung mit dem Nucleolus zusammenhängt. Im Plasma fand auch ich Stärkekörner, Volutinschollen, so wie all die Bestandteile der Zelle, welche andere Autoren bereits genau beschrieben haben, so daß ich auf eine eingehendere Schilderung verzichten kann.

Die Teilung scheint durch eine Zerschnürung des obenerwähnten intranucleären Centriols eingeleitet zu werden, dessen Hälften auseinanderweichen, aber durch eine Desmose verbunden bleiben. Nun folgt eine mitotische Teilung, wobei sich das Außenchromatin und der Nucleolus zu einem spiremähnlichen Gebilde umwandeln. Der Nucleolus bleibt während dieses Stadiums zunächst unverändert und konnte nur dann nicht mehr aufgefunden werden, als schon die Chromosomen gebildet waren. Chromosomen fand ich in der Äquatorialplatte 16, in den Polplatten 8.

Doch war dies nicht immer der Fall. DANGEARD traf — wie oben erwähnt — bald 4, bald 6 und glaubt ihre Zahl als 6 annehmen zu müssen. Ich habe nun außer solchen, welche 16 in der Äquatorialplatte und 8 in den Polplatten hatten, auch solche beobachtet, bei welchen 8 Chromosomen in der Äquatorialplatte und 4 in den Polplatten aufzufinden waren. Ob diese interessante Tatsache, daß in diesen Fällen eben die Hälfte der normalen (?) Chromosomenzahl vorhanden ist, mit einer Reduktion etwas zu tun hat, oder ob wir bei *Polytoma* mehrere Rassen mit verschiedenen (haploidalen, diploidalen) Chromosomengarnituren haben, konnte ich

bis jetzt nicht entscheiden, doch möchten DANGEARD'S Angaben mit einer dritten Modifikation mit 6 Chromosomen für verschiedene Rassen sprechen.

Zwischen den beiden Centriolen ist eine Centrodesmose sowie Lininfäden oft sehr deutlich zu bemerken.

Die Kernmembran bleibt zum Teil ziemlich lange erhalten, verschwindet aber endlich doch. Die Chromosomen sind meist bohnenförmig, doch hatte ich in einigen Fällen auch U- und V-förmig gebogene und dann längere, aber auch schmalere beobachtet.

Die Entstehung der neuen Geißeln beginnt damit, daß sich das Centriol meist noch vor Ausbildung der Kernmembran teilt. Die beiden Hälften bleiben gewöhnlich durch eine Desmose verbunden. Während aber das eine Tochtercentriol stets innerhalb der Kernmembran bleibt und späterhin bei der Teilung als intranucleäres Centriol wirkt, scheint das andere noch eine Reihe weiterer Teilungen durchzumachen, aus denen die eingangs erwähnten Basalkörner, Rhizoplaste und Geißelfibrillen hervorgehen, wie dies bereits für die verschiedensten Flagellaten eingehend beschrieben ist (SCHAUDINN, PROWAZEK, HARTMANN USW.).

Interessant ist bei diesen Untersuchungen bezüglich der Geißelinsertion, daß sie bei ein und derselben Art so verschieden sein kann, wie sonst nur in abweichenden Gruppen (HARTMANN 1913). Die verschiedene Zahl der Chromosomen in einer Art ist mit oder ohne Reduktion auch bemerkenswert, von allgemeinerem Interesse ist aber wohl der klare Nachweis von Centriolen und Centrodesmosen auf sämtlichen in Frage kommenden Stadien. Da ferner von HARTMANN schon vor etwa zehn Jahren (1904) für *Volvox* analoge Zentren angegeben worden sind, so dürften sie in der ganzen Gruppe der Volvocineen in ähnlicher Weise vorhanden und mit geeigneter Technik nachweisbar sein.

Literatur.

- 1894. BLOCHMANN, F.: Kleine Mitteilungen über *Protozoen*. Biol. Zentralblatt. Bd. 14.
- 1901. DANGEARD, P.-A.: Etude sur la structure de la cellule et ses fonctions. Le *Polytoma uvella*. Le Botanist. Bd. 8.
- 1903. PROWAZEK, S. v.: Flagellatenstudien. Archiv für Protistenkunde. Bd. 2.
- 1904. HARTMANN, M.: Die Fortpflanzungsweise der Organismen, Neubenennung und Einteilung derselben erläutert an *Protozoen*, *Volvocineen* und *Dicyemiden*. Biologisches Zentralblatt. Bd. 24.
- 1908. MERTON, H.: Über den Bau und die Fortpflanzungsweise von *Pleodorina illinoisenni* KOFOID. Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 90.

1910. REICHENOW, E.: Untersuchungen an *Haematococcus pluvialis* nebst Bemerkungen über andere Flagellaten. Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 33.
1913. HARTMANN, M.: *Flagellata*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 3.

Erklärung der Figuren auf der Tafel.

Figur 1¹⁾.

Geteiltes Individuum; im unteren abermalige Teilung des Centriols.

Figur 2.

Spindel mit zweimal 4 Chromosomen. Centriolen an beiden Enden der Spindel, das obere ist mit einem Basalkorn durch eine Fibrille verbunden.

Figur 3.

Spindel mit zweimal 8 Chromosomen. Centriolen nicht sichtbar.

Figur 4.

Spindel. Centriolen mit Desmose verbunden, die Desmose zieht durch die Polplatten.

Figur 5.

Geteiltes Individuum, die obere Zelle zeigt die Äquatorialplatte von der Spindelseite. Desmose gut sichtbar, die untere Zelle zeigt zweimal 4 Chromosomen, in der Äquatorialplatte vom Pole gesehen.

Figur 6.

Geteiltes Individuum, die obere Zelle zeigt die Äquatorialplatte von der Spindelseite, die untere vom Pole mit zweimal 8 Chromosomen.

Figur 7.

Geteiltes Individuum, die obere Zelle zeigt die Äquatorialplatte von der Spindelseite, an den Polen deutliche Centriolen und Linien-Fäden, die untere Zelle von der Polseite, mit zweimal 8 Chromosomen.

Figur 8.

Geteiltes Individuum, die obere Zelle von der Spindelseite, die untere vom Pole, mit 4 Chromosomen in den Polplatten. Im oberen ist auch die Desmose sichtbar.

Figur 9.

Geteiltes Individuum, das obere von der Spindelseite, das untere von der Polseite mit 8 Chromosomen in den Polplatten.

Figur 10.

In beiden Zellen Centro-desmose im Polplattenstadium, Vorbereitung zur Vierteilung.

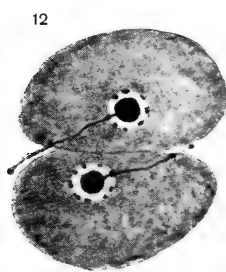
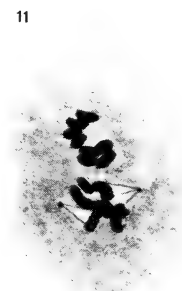
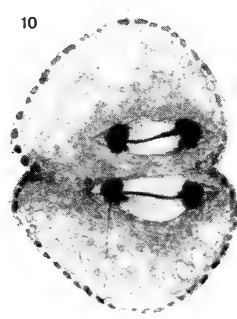
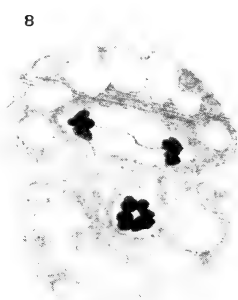
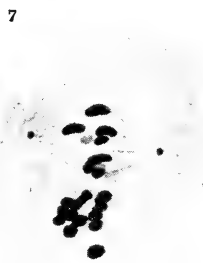
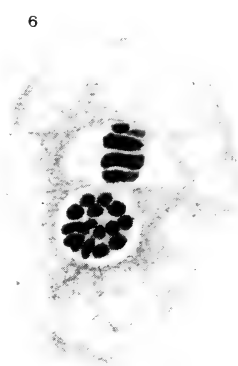
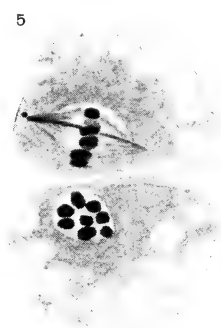
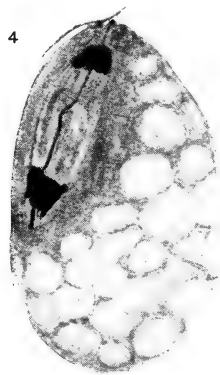
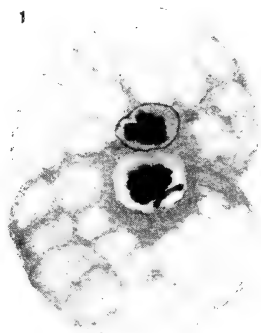
Figur 11.

Vorbereitung zur Vierteilung, in beiden Zellen zweimal 4 Chromosomen in der Äquatorialplatte. Die obere Zelle vom Pole, die untere von der Seite, in dieser sind auch die Centriolen zu erkennen.

Figur 12.

Zwei aus der Teilung hervorgegangene Zellen, in beiden ist die Geißel in Entwicklung begriffen, weshalb an ihrem Ende ein kleines Körperchen zu beobachten ist. Das Basalkorn verbindet mit dem Centriol ein Rhizoplast.

¹⁾ Alle Figuren beziehen sich auf Teilung von *Polytoma uvella*, sind nach mit Heidenhains Eisenhämatoxylin gefärbten Abklatschpräparaten, mit Abbéschem Zeichenapparat entworfen. Vergrößerung: Zeiß Apahr. 2 mm, n. A. 1.3, comp. Acular 18. Plasmastruktur etwas schematisch, Geißeln zum Teil weggelassen, oder nur angedeutet.



Herr Dr. PRELL (Tharandt):

Deutsche Proturen (Demonstration).

Aus Deutschland sind Proturen schon kurz nach der Entdeckung der interessanten Gruppe in Norditalien bekannt geworden. Während aber BERLESE bereits im Jahre 1908, also zwei Jahre nachdem SILVESTRI's erste Proturenarbeit erschienen war, für Italien nicht weniger als 10 Spezies beschreiben konnte, sind bis jetzt in Deutschland erst 4 aufgefunden worden. Von diesen gehören 2 dem Genus *Eosentomon* (Fam. *Eosentomidae*) und je 1 den Genera *Acerentomon* und *Acerentulus* (Fam. *Acerentomidae*) an. Nur aus Deutschland bekannt ist *Eos. germanicum* PR., welches dem tiroler *Eos. Ribagai* BERL. nahe verwandt ist; sein Vorkommen ließ sich für Hamburg, Marburg a. L., Freiburg i. B. nachweisen. Bemerkenswert ist, daß diese sonst recht seltene Art in dem heißen Sommer von 1911 bei Marburg sehr häufig auftrat und seither wieder fast völlig verschwand, ein Hinweis vielleicht darauf, daß es sich hier um eine südliche Form, möglicherweise sogar nur um eine Lokalrasse von *Eos. Ribagai* handelt. Das etwas kleinere *Eos. transitorium* BERL. ist das bei uns häufigste Protur: von Norwegen und Finnland im Norden bis nach Oberitalien und Korsika im Süden ist es gefunden worden; an manchen Orten (z. B. in der Umgebung von Dresden) ist es an ihm zusagenden Stellen so zahlreich vertreten, daß es an Volksdichte alle mit ihm gemeinsam vorkommenden kleineren Arthropoden (Collembolen, Milben) weit übertrifft; gelegentlich muß man aber tagelang suchen, ohne ein einziges Exemplar zu finden. *Acerentomon Doderoi* SILV. hat etwa dasselbe Verbreitungsgebiet, ist aber im Norden recht selten, um dann im Süden die vorherrschende Art zu werden. Von *Acerentulus* ist nur München als deutscher Fundort bekannt.

Was die Fundstellen selbst anlangt, so kommen als solche alle feuchten Lokalitäten in Frage, an denen vegetabilische Reste ohne wesentliche Mitwirkung mycelbildender Pilze zerfallen. Da die Tiere außerdem sich mit Vorliebe in enge Spalten verkriechen, so sind sie am häufigsten unter flachen auf Moos oder Humus ruhenden Steinen, unter der Rinde modernder Baumstümpfe und in deren Rinde selbst, wobei die spaltenreiche Borke von Kiefern einen besonders günstigen Aufenthaltsort abgibt. Gegen Trockenheit sind alle Proturen sehr empfindlich; sie scheinen sich daher bei eintretender Dürre tiefer in den Boden zurückzuziehen, während der kühlen und feuchten Jahreszeit mehr oberflächlich zu leben. Gegen

Nässe sind sie durch ihren undurchlässigen Chitinpanzer recht gut geschützt; kann man sie doch in Wasser und besser noch in RINGER'scher Flüssigkeit länger als eine Woche lebend erhalten, während sie in der feuchten Kammer meist rasch eingehen.

Diese Undurchlässigkeit des Exoskelettes ist bei der Fixierung und Färbung von Proturen sehr hinderlich. Im allgemeinen empfiehlt sich daher die Verwendung erwärmter Fixationsmittel — Sublimat-eisessig oder FLEMMING's Gemisch. Für Totalpräparate ist es zweckmäßig, wenn man die Tiere vorher mit Kokain lähmt, um sie völlig ausgestreckt zu erhalten. Die aufgestellten Präparate von *Ac. Ribagai* und *Eos. germanicum* sind teils nach Sublimat-Fixation mit Alaunkarmin (wobei ein vorheriges Anstechen erforderlich ist) unter wiederholtem Wechsel mehrtägigen Färbens und Differenzierens in salzsaurem Alkohol tingiert, teils in FLEMMING'scher Lösung osmiert. Die Skelettpräparate sind mit Wasserblau gefärbt oder mit Silber imprägniert. Zur Anfertigung von Übersichtspräparaten eignen sich nur erwachsene Individuen, da bei jüngeren der stark entwickelte Fettkörper fast alles verdeckt.

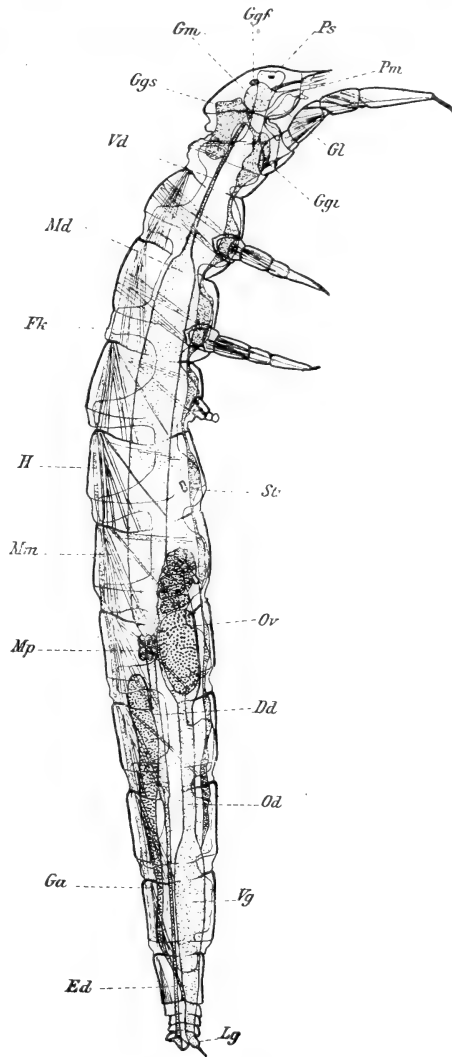
An derartig behandelten Präparaten läßt sich Organisation der Proturen recht gut verfolgen.

Das Darmsystem besteht aus einem einfachen, den Körper in gerader Linie vom Mund zum After durchziehenden Darne, an welchem sich unschwer der sehr dünne Vorderdarm, ein von hohem, großzelligem Epithel ausgekleideter Mitteldarm, welcher beim lebenden *Eosentomon* olivbraun gefärbt ist, bei *Acerentomon* durch seinen Inhalt weiß erscheint, und ein Hinterdarm unterscheiden läßt, welcher aus einem etwas kürzeren Dünndarme und dem längeren und schlankeren Enddarme besteht.

Als *Vasa Malpighii* fungieren 6 Gruppen von je 2 großen Drüsenzellen, welche durch stark reduzierte Ausführungsgänge mit dem proximalen Ende des Hinterdarmes in Verbindung stehen. Sie sind am Totalpräparate mit Leichtigkeit zu sehen. Von sonstigen Drüsen sind zunächst die Kopfdrüsen zu erwähnen, von denen 2 maxillare und 1 labiale vorhanden sind; die letztgenannte ist bei *Eosentomon* besonders auffällig durch ihre Auflösung in zahlreiche, zum Teil in den Prothorax verlagerte Acini mit oft dunkelgefärbten Einschlüssen (KORSAKOW). Außerdem besitzen alle Proturen noch große, am 8. Abdominalsegmente mündende „Wehrdrüsen“, deren zähklebriges, fadenziehendes Sekret unter Hochschlagen des Abdomens über den Kopf zur Verteidigung nach Staphylinenart abgegeben wird. Das dorsale Herz beginnt im 8. Abdominalsegment und läßt

sich als Aorta bis in den Thorax hinein verfolgen. Am zentralen Nervensystem lassen sich deutlich ein großes Oberschlundganglion, ein mit dem Prothorakalganglion verschmolzenes Unterschlundganglion und weitere 8 Rumpfganglien unterscheiden, deren letztes eine Verschmelzung aus 3 Ganglien erkennen läßt. Die Erscheinung, daß die Nervenfasern nur äußerst schwer Farbstoffe annehmen, scheint zu einer irrthümlichen Deutung geführt zu haben: KORSAKOW beschreibt für den Thorax von *Eosentomon* je 2 Ganglien, während eines der aufgestellten Präparate zeigt, daß es sich dabei nur um einzelne Anhäufungen von Nervenzellen in einem gemeinsamen großen Ganglion handelt. Von den Ganglien des sympathischen Systemes ist am Totalpräparat das Ganglion frontale zu erkennen. Von Sinnesorganen fehlen die Augen völlig; gut sichtbar dagegen sind, besonders an den Skelettpräparaten, die zierlichen Sensillen am Tarsus des ersten Beinpaars, sowie die paarig an den Seiten des Kopfes gelegenen „Pseudoculi“, welche mit dem Postantennalorgan der Collembolen homologisiert werden.

Die ♂♂ besitzen ein Paar einfacher tubulöser Hoden mit kurzen blasenförmigen Vasa deferentia und lang aufgewundenen, fein mit Chitin ausgekleideten Ductus ejacula-



Figur 1.

Acereotomon Doderi Silv., ♀ (Marburg, V. 12),
kaum schematisiert.

Dd Dünndarm, *Ed* Enddarm, *Fk* Fettkörper, *Ga* abdominale Wehrdrüse, *Ggf* Ganglion frontale, *Ggi* Unterschlundganglion, *Ggs* Oberschlundganglion, *Gl* Labialdrüse, *Gm* Maxillardrüse, *H* Herz, *Lg* Legeapparat, *Md* Mitteldarm, *Mm* Muskulatur, *Mp* Vasa Malpighii, *Od* Ovidukt, *Ov* Ovarium, *Pm* Maxillartaster, *Ps* Pseudoculus, *St* Stylopod, *Vd* Vorderdarm, *Vg* Vagina.

torii, die getrennt in den Spitzenteilen des Penis münden; dieser selbst kann zwischen dem 11. Segment und dem Telson ausgestreckt werden. Beim ♀ besteht der Sexualapparat aus zwei großen panoistischen Ovarien, welche ventral an der Basis des Abdomens liegen. Die anfangs paarigen Ovidukte vereinigen sich später zu einer gemeinsamen Vagina, welche durch einen komplizierten, dem männlichen Kopulationsorgane recht ähnlich gebauten Legeapparat hinter dem 11. Segment nach außen mündet. Gewöhnlich findet sich ein großes, durch dichte Dotteranhäufung undurchsichtiges Ei im Uterus; das abgelegte Ei ist bisher noch nicht aufgefunden worden. Irgendeine Periodizität in der Fortpflanzung scheint nicht vorzuliegen, da man ♀ ♀ mit legereifen Eiern sowie Jugendformen in allen Stadien zu jeder Jahreszeit antrifft.

Das sehr komplizierte Muskelsystem tritt an den Totalpräparaten nur in Gestalt einiger fächerförmig von den Präsegmentalleisten ausstrahlender Bündel, sowie der langen Tergocoxalmuskeln hervor. Der Fettkörper erwachsener Tiere besteht aus zwei lateralen Längsstreifen, von denen segmental und in den Kopf Lämpchen abgehen. Betreffs des Rumpfskelettes, welches nur an Mazerationspräparaten klar zu erkennen ist, sei erwähnt, daß sich daran eine Rückenschuppe und eine Bauchschuppe, sowie eine dorsale und eine ventrale Pleure unterscheiden lassen, deren jede wiederum in vier Unterabschnitte gegliedert zu sein pflegt. Das Telson besteht aus einer Dorsal-, einer Ventral- und zwei Lateralschuppen, welche den After umschließen. Die Extremitäten des Kopfes ähneln — Antennen fehlen gänzlich — den Mundteilen der Collembolen außerordentlich. Von den thorakalen dient das verlängerte erste Paar als Tastorgan; wie bei den anderen lassen sich daran die gewöhnlichen Abschnitte des Insektenbeines unterscheiden, die Vorder-tarsen sind bei *Eosentomon* zweigliederig. Die abdominalen Extremitäten, Stylopoden, schließlich, welche an den ersten 3 Hinterleibssegmenten auftreten, sind bei den Eosentomiden sämtlich zweigliederig, während die beiden letzten Paare bei den Acerentomiden einfache Stummeln sind. Die terminal an den zweigliedrigen Beinen befindlichen Bläschen dienen wahrscheinlich der Respiration. Cerci oder sonstige distale Abdominalextremitäten fehlen. Das vielverzweigte, commissurenlose Tracheensystem, das in seinem Vorkommen auf die Eosentomiden beschränkt ist, läßt sich am Dauerpräparat nur in den beiden Stigmen am Meso- und Metathorax nachweisen.

Sehr eigentümlich ist die Tatsache, daß das jüngste Stadium der Proturen nur 9 Abdominalsegmente besitzt, deren Zahl sich im Laufe der postembryonalen Entwicklung auf 12 vermehrt. Es ist diese Anamerie zweifellos ein phylogenetisch primitives Merkmal und spricht, da sie bei anderen Insekten nicht vorkommt, dafür, daß man die Proturen (zusammen mit den wohl in einem oligomeren Jugendstadium neoten gewordenen Collembolen) als „Anamerentoma“ den übrigen, holomeren Insekten gegenüberstellen darf.

Statuten
der
Deutschen Zoologischen Gesellschaft

mit den Beschlüssen der Versammlungen vom 9. April 1894, vom 29. Mai 1896, vom 10. Juni 1897, vom 11. August 1901, vom 2. Juni 1909 und vom 15. Mai 1913.

§ 1.

Die „Deutsche Zoologische Gesellschaft“ ist eine Vereinigung auf dem Gebiete der Zoologie tätiger Forscher, welche den Zweck verfolgt, die zoologische Wissenschaft zu fördern, die gemeinsamen Interessen zu wahren und die persönlichen Beziehungen der Mitglieder zu pflegen.

§ 2.

Diesen Zweck sucht sie zu erreichen

- a) durch jährlich einmal stattfindende Versammlungen zur Abhaltung von Vorträgen und Demonstrationen, zur Erstattung von Referaten und zur Besprechung und Feststellung gemeinsam in Angriff zu nehmender Aufgaben.
- b) durch Veröffentlichung von Berichten und anderen, in ihrem Umfange vom Stande der Mittel der Gesellschaft abhängigen gemeinsamen Arbeiten.

§ 3.

Die Mitglieder der Gesellschaft sind ordentliche und außerordentliche.

Ordentliches Mitglied kann jeder werden, der als Forscher in irgendeinem Zweige der Zoologie hervorgetreten ist.

Außerordentliches Mitglied kann jeder Freund der Zoologie und der Bestrebungen der Gesellschaft werden, auch wenn er sich nicht als Forscher betätigt hat. Die außerordentlichen Mitglieder haben in allen Angelegenheiten der Gesellschaft nur beratende Stimme.

§ 4.

Anmeldungen zur Mitgliedschaft nimmt der Schriftführer entgegen. Von der erfolgten Aufnahme durch den Vorstand macht er

dem Betreffenden Mitteilung. Der Vorstand entscheidet in zweifelhaften Fällen, ob die Bedingungen zur Aufnahme erfüllt sind.

§ 5.

Jedes Mitglied zahlt zu Anfang des Geschäftsjahres, welches mit dem 1. Januar beginnt und mit dem 31. Dezember endet, einen Jahresbeitrag von fünfzehn bzw. fünf Mark (s. § 12 Abs. 3) an die Kasse der Gesellschaft ¹⁾).

Die Jahresbeiträge können durch eine einmalige Bezahlung von mindestens zweihundert Mark abgelöst werden.

Wer im Laufe eines Geschäftsjahres eintritt, zahlt den vollen Jahresbeitrag.

Mitglieder, welche der Gesellschaft mindestens 10 Jahre angehört und während dieser Zeit jährlich einen Beitrag von 15 Mark (bzw. 10 Mark nach der alten Bestimmung) entrichtet haben, können für die Zukunft ihre Beiträge durch eine einmalige Zahlung von mindestens einhundert Mark ablösen.

§ 6.

Der Austritt aus der Gesellschaft erfolgt auf Erklärung an den Schriftführer oder durch Verweigerung der Beitragszahlung.

§ 7.

Die Geschäfte der Gesellschaft werden von einem Vorstande versehen. Derselbe besteht aus:

1. einem Vorsitzenden, welcher in den Versammlungen den Vorsitz führt und die Oberleitung der Geschäfte hat,
2. drei stellvertretenden Vorsitzenden, welche in schwierigen und zweifelhaften Fällen der Geschäftsführung gemeinsam mit den beiden anderen Vorstandsmitgliedern durch einfache Stimmenmehrheit entscheiden,
3. einem Schriftführer, welcher die laufenden Geschäfte besorgt und die Kasse der Gesellschaft führt; er wird nach Ermessen des Vorstandes honoriert.

§ 8.

Die Amtsdauer des Vorstandes erstreckt sich auf zwei Kalenderjahre.

Während ihrer Amtszeit ausscheidende Vorstandsmitglieder werden vom Vorstande auf die Restzeit der Amtsdauer durch Zuwahl ersetzt.

¹⁾ Zu zahlen an die Filiale der Mitteldeutschen Kreditbank in Gießen, Hessen.

§ 9.

Der Schriftführer ist unbeschränkt wieder wählbar. Der Vorsitzende kann nach Ablauf seiner Amtszeit während der nächsten zwei Wahlperioden nicht wieder Vorsitzender sein.

§ 10.

Die Wahl des Vorstandes geschieht durch Zettelabstimmung der ordentlichen Mitglieder. Die Aufforderung dazu, sowie der Vorschlag des Vorstandes für das Amt des Schriftführers, haben rechtzeitig durch den Vorstand zu erfolgen.

Die Wahl geschieht in der Weise, daß jedes Mitglied bis zum 31. Dezember seinen Wahlzettel an den Vorsitzenden einsendet. Zettel, welche nach dem 31. Dezember eingehen, sind ungültig. Der Wahlzettel muß enthalten: 1. einen Namen für das Amt des Vorsitzenden und 2. drei Namen für die Ämter seiner drei Stellvertreter; 3. einen Namen für das Amt des Schriftführers. Diejenigen Mitglieder, auf welche die meisten Stimmen fielen, sind zum ersten bzw. zweiten und dritten stellvertretenden Vorsitzenden gewählt.

Bei Stimmengleichheit für zwei oder mehrere der Gewählten entscheidet über deren Reihenfolge das Los.

Lehnen einer oder mehrere der Gewählten die Annahme der Wahl ab, so ist sofort für die Stelle der Ablehnenden eine Ersatzwahl anzuordnen, die innerhalb 6 Wochen vorzunehmen ist.

Das Wahlergebnis stellt der Vorsitzende in Gegenwart eines oder mehrerer Mitglieder der Gesellschaft fest; es wird unter Angabe der Stimmenzahlen im Vereinsorgan bekanntgemacht.

§ 11.

Der neugewählte Vorstand übernimmt die Leitung der Geschäfte, sobald seine Wahl entsprechend den Vorschriften des § 10 vollzogen ist. Bis dahin bleibt der frühere Vorstand im Amt.

§ 12.

Die Jahresversammlung beschließt über Ort und Zeit der nächstjährigen Versammlung. In Ausnahmefällen, wenn unüberwindliche Hindernisse das Stattfinden der Versammlung an dem von der vorjährigen Versammlung beschlossenen Orte oder zu der von ihr festgesetzten Zeit unmöglich machen, kann der Vorstand beide bestimmen.

Die Vorbereitung der Versammlungen und die Einladung dazu besorgt der Vorstand. Er bestimmt auch die Dauer der Versammlungen.

Über jede Versammlung wird ein Bericht veröffentlicht. Von diesem erhält jedes Mitglied, welches einen Jahresbeitrag von 15 Mark entrichtet oder gemäß § 5 Abs. 3 die Jahresbeiträge durch eine einmalige Zahlung abgelöst hat, ein Exemplar unentgeltlich.

§ 13.

Die Jahresbeiträge dienen zunächst zur Bestreitung der Unkosten, welche aus den in den vorhergehenden Paragraphen aufgeführten Geschäften erwachsen.

Das übrige wird auf Antrag des Vorstandes und nach Beschluß der Jahresversammlung im Sinne des § 2, unter b, verwendet.

§ 14.

Der Rechnungsabschluß des Geschäftsjahres wird von dem Schriftführer der Jahresversammlung vorgelegt, welche auf Grund der Prüfung der Rechnung durch zwei von ihr ernannte Revisoren Beschluß faßt.

§ 15.

Als Organ für alle geschäftlichen Veröffentlichungen der Gesellschaft dient der „Zoologische Anzeiger“.

§ 16.

Anträge auf Abänderung der Statuten müssen mindestens zwei Monate vor der Jahresversammlung eingebracht und spätestens einen Monat vor der Jahresversammlung den Mitgliedern besonders bekanntgemacht werden. Zur Annahme solcher Anträge ist $\frac{2}{3}$ -Majorität der Anwesenden erforderlich.

§ 17.

Wird ein Antrag auf Auflösung der Gesellschaft gestellt, so ist er vom Vorsitzenden zur schriftlichen Abstimmung zu bringen. Die Auflösung ist beschlossen, wenn $\frac{3}{4}$ aller Mitglieder dafür stimmen. Die darauf folgende letzte Jahresversammlung entscheidet über die Verwendung des Gesellschaftsvermögens.

Verzeichnis der Mitglieder 1912/13¹⁾.

* = lebenslängliches Mitglied.

Die hinter dem Namen stehenden Zahlen bedeuten das Jahr des Eintritts.
(Etwaige Fehler sowie Änderungen von Adressen sind dem Schriftführer mitzuteilen.)

A. Ordentliche Mitglieder.

1. *Alverdes, Dr. Fr. (1913) Marburg (Bez. Cassel), Zoolog.
Institut.
2. *v. Apáthy, Professor Dr. St. (1890) . . . Kolozsvár (Klausenburg),
Ungarn.
3. Apstein, Professor Dr. C. (1897) Berlin N. 4, Zoolog. Institut,
Invalidenstr. 43.
4. Assmuth, P. Jos., S.J. St. Xaviers College (1909) Bombay, Indien.
5. Auerbach, Professor Dr. (1911) Karlsruhe, Großh. Museum.
6. Augener, Dr. Hermann (1906) Hamburg, Bürgerweide 40.
7. Balss, Dr. H., Assistent am Zool. Museum (1909) München, Alte Akademie, Neu-
hauserstr.
8. Baltzer, Dr. F., Privatdozent (1908) Würzburg, Zoolog. Institut.
9. *Barthels, Dr. Ph. (1896) Königswinter a. Rh., Hauptstr.
10. Becher, Dr. S., Privatdozent (1912) Gießen, Zoolog. Institut.
11. van Bemmelen, Prof. Dr. (1912) Groningen, Holland, Zoolog.
Institut.
12. *Bergmann, Dr. W. (1905) Eigenheim bei Wiesbaden.
13. Berndt, Dr. Wilh., Abteilungsvorsteher am
Zoolog. Institut (1906) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43.
14. Blanc, Prof. Dr. H. (1911) Lausanne, Schweiz.
15. *Blanchard, Professor Dr. Raphael (1893) . Paris, 226 Boulev. St.-Germain,
Frankreich.
16. *Blochmann, Professor Dr. Fr. (1891) Tübingen.
17. *Böhmig, Professor Dr. L. (1891) Graz, Morellenfeldg. 33, Steier-
mark.
18. Börner, Dr. C. (1908) St. Julien bei Metz.
19. *Borgert, Professor Dr. A. (1896) Bonn, Kaufmannstr. 45.
20. *Boveri, Professor Dr. Th. (1891) Würzburg.
21. *Brandes, Professor Dr. G., Direktor des
Zoolog. Gartens (1891) Dresden.
22. *Brandt, Geh. Regierungsrat Professor Dr. K.
(1894) Kiel, Düppelstr. 3.
23. *Brauer, Professor Dr. Aug., Direktor des
Zoologischen Museums (1891) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43.

¹⁾ Abgeschlossen am 1. Juli 1913.

24. Braun, Geh. Regierungsrat Professor Dr. M.
(1890) Königsberg i. Pr., Zoolog. Museum.
25. *Bresslau, Professor Dr. Ernst (1902) . . . Straßburg i. E., Zoolog. Institut.
26. Brüel, Prof. Dr. L. (1899) Halle a. S., Zool. Institut.
27. v. Brunn, Prof. Dr. M. (1899) Hamburg, Naturhist. Museum.
28. Buchner, Dr. P., Privatdozent (1911) . . . München, Zoolog. Institut Alte Akademie.
29. *Bütschli, Geh. Hofrat Professor Dr. O. (1890) Heidelberg.
30. *v. Buttel-Reepen, Professor Dr. H. (1902) . Oldenburg, Gr.
31. *Chun, Geheimer Rat Professor Dr. C. (1890) Leipzig, Zoolog. Institut.
32. Cohn, Dr. Ludwig (1913) Bremen, Städtisches Museum.
33. Collin, Professor Dr. Anton (1890) . . . Berlin N. 4, Invalidenstr. 43, Museum für Naturkunde.
34. *Cori, Professor Dr. C. J., Zoolog. Station (1891) Triest, Passeggio S. Andrea, Österreich.
35. *Dahl, Professor Dr. Fr. (1892) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43, Zool. Museum.
36. *v. Dalla Torre, Professor Dr. K. W. (1890) Innsbruck, Claudiastr. 6 II, Tirol.
37. Dampf, Dr. A., Assistent (1912) Königsberg i. Pr., Zool. Mus.
38. Daudt, Dr. Wilhelm, Oberlehrer (1901) . . Mainz, Bingerstr. 15.
39. Deegener, Professor Dr. P. (1902) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43, Zoolog. Institut.
40. Demoll, Dr., Privatdozent u. Assistent am Zoolog. Institut (1909) Gießen.
41. Dieffenbach, Dr. (1912) Leipzig, Zool. Instit., Talstr.
42. Dingler, Dr. Max (1908) Murnau a. Staffelsee, Post Eichholz, Oberbayern.
43. *Döderlein, Professor Dr. L. (1890) Straßburg i. E., Illstadt 30.
44. *Doflein, Professor Dr. Franz (1898) Freiburg i. Br., Zool. Instit.
45. Dohrn, Professor Dr. Reinhard (1907) . . . Neapel, Acquario, Italien.
46. *Dreyer, Dr. Ludwig (1895) Wiesbaden, Schubertstr. 1.
47. *Driesch, Prof. Dr. Hans (1890) Heidelberg.
48. Duncker, Dr. G. (1899) Hamburg, Naturhistor. Museum.
49. Duncker, Dr. H., Oberlehrer (1912) Bremen, Rheinstr. 6.
50. *Eckstein, Professor Dr. K. (1890) Eberswalde bei Berlin.
51. Ehlers, Geh. Regierungsrat Professor Dr. E.
(1890) Göttingen.
52. Ehrmann, P., Seminaroberlehrer (1912) . . . Leipzig-Gohlis, Eisenacher Straße 15.
53. Eisig, Professor Dr. H. (1891) Neapel, Acquario, Italien.
54. Entz, Dr., Géza jr., Privatdozent (1912) . . Budapest, Zoologisches Institut Ungarn.
55. Erdmann, Dr. Rh. Fr. (1910) Berlin-Wilmersdorf, Nassauische Str. 17 I.
56. Erhard, Dr. Hub. (1911) München, Haydnstr. 6 II.
57. Escherich, Dr. K., Professor an der Forstakademie (1899) Tharandt.
58. *Field, Dr. Herbert H. (1892) Zürich-Neumünster, Schweiz.

59. *Fleischmann, Professor Dr. A. (1903) . . . Erlangen.
60. *Franz, Dr. Viktor (1907) Leipzig-Marienhöhe, Daun-
hoferstr. 27.
61. Freund, Dr. Ludwig, Privatdozent u. Assistent
am K. K. Tierärztlichen Institut der
Deutschen Universität (1906) Prag II, Taborgasse 48,
Österreich.
62. Friedrichs, Dr. Karl, Zoologe und Phytologe
beim Kais. Gouvern. Apia, Samoa.
63. *Friese, Dr. H. (1890) Schwerin i. M., Kirchenstraße,
Friesenhaus.
64. *Frisch, Dr. K. v., Privatdozent (1911) . . . München, Zoolog. Institut Alte
Akademie.
65. *Fritze, Prof. Dr. Ad., Abteilungsdirektor des
Museums (1895) Hannover, Rumannstr. 13.
66. *Fullarton, J. H. (1896) Edinburgh, Fishery Board of
Scotland, Schottland.
67. *Gaupp, Professor Dr. E. (1909) Königsberg i. Pr., Anatomie.
68. Gebhardt, Prof. Dr. F. A. M. W. (1912) . . . Halle a. S., Stephanstr. 1 I.
69. Gerhardt, Prof. Dr. Ulrich (1905) Breslau, Zoolog. Institut.
70. Gering, Dr. Gustaf (1912) Königsberg i. Pr., Zoolog.
Museum.
71. Glaue, Dr. Heinrich, Korvettenkapitän a. D.
(1906) Kiel, Zoolog. Institut.
72. *Goette, Professor Dr. A. (1890) Straßburg i. E., Spachallee.
73. *Goldschmidt, Professor Dr. R. (1902) München, Alte Akademie.
74. Gonder, Dr. R. (1911) Frankfurt a. M., Speyerhaus.
75. *v. Graff, Hofrat Professor Dr. L. (1890) . . . Graz, Attemsgasse 24. Steier-
mark.
76. *Grobben, Professor Dr. C. (1890) Wien XVIII, 1, Sternwarte-
straße 49, Österreich.
77. *Gruber, Professor Dr. A. (1890) Freiburg i. B., Stadtstr. 3.
78. Gruber, Dr. K., Privatdozent (1911) München, Zoologisches Institut,
Alte Akademie.
79. Grünberg, Dr. K. (1906) Berlin N. 4, Zoolog. Museum,
Invalidenstr. 43.
80. *de Guerne, Baron Jules (1893) Paris, rue de Tournon 6,
Frankreich.
81. *Guenther, Prof. Dr. Konrad (1903) Freiburg i. Br., Lorettstr. 36.
82. *Häcker, Professor Dr. V. (1891) Halle a. S., Zoolog. Institut.
83. Haempel, Dr. Oskar, Privatdozent, Assistent
an der K. K. Landw. Chem. Versuchs-
station Abt. für Fischerei (1908) Wien II, Trunner Straße 3,
Österreich.
84. *Hagmann, Dr. Gottfried (1909) Para, Nordbrasilien, Caixa
postal 31.
85. Hamann, Professor Dr. O. (1890) Berlin-Steglitz.
86. *Hamburger, Dr. Clara Frl., Assistent am
Zoolog. Institut (1906) Heidelberg.

87. Hammer, Dr. Ernst (1906) Berlin W. 15, Konstanzer
Straße 81 II.
88. Hanitzsch, Dr. P. (1912) Leipzig, Zool. Institut., Talstr. 33.
89. v. Hanstein, Professor Dr. R. (1902) . . . Dahlem (Post Gr.-Lichter-
felde, 3), Werderstr. 24.
90. Harms, Dr. W., Privatdozent (1908) . . . Marburg (Bez. Cassel), Zoolog.
Institut.
91. Hartert, Dr. Ernst, Zoolog. Museum (1890) Tring, Herts., England.
92. *Hartlaub, Professor Dr. Cl. (1890) . . . Helgoland, K. Biolog. Anstalt.
93. *Hartmann, Professor Dr. M., Institut für In-
fektionskrankheiten (1902) Frohnau b. Berlin.
94. *Hartmeyer, Dr. Robert (1899) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Museum.
95. Hase, Dr. A., Privatdozent (1912) Jena, Zoolog. Institut.
96. Hasse, Geh. Medizinalrat Professor Dr. C.
(1890) Breslau, Anatom. Institut.
97. *Hatschek, Professor Dr. B. (1891) Wien IX, Maximilianplatz 10,
Österreich.
98. *Heider, Professor Dr. K. (1892) Innsbruck, Falkstr. 14, Tirol.
99. v. Heider, Professor Dr. Arthur R. (1894) . Graz, Maifredygasse 2, Steier-
mark.
100. Hein, Dr. W. (1905) Poecking b. Possenhofen
(Bayern), „Sonneck“.
101. *Heintke, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Fr.,
Direktor der K. Biolog. Anstalt (1891) Helgoland.
102. Heine, Ferdinand, Amtsrat (1906) Kloster Hadmersleben, Reg.-
Bez. Magdeburg.
103. Heinroth, Dr. O., Kustus des Aquariums
(1899). Berlin W. 62, Zoolog. Garten,
Kurfürstendamm 9.
104. Heller, Professor Dr. C. (1891) Innsbruck, Fischergasse 22,
Tirol.
105. *Hempelmann, Dr. F., Privatdozent (1905) Leipzig, Zoolog. Institut.
106. *Henking, Professor D. H. (1890) Berlin-Gr.-Lichterfelde, Belle-
vuestraße 13.
107. Hentschel, Dr. G. (1912) Hamburg, Naturhistor. Museum.
108. Herold, Dr. W., Kais.-Wilh.-Inst. f. Land-
wirtsch. (1912) Bromberg.
109. *Hertwig, Geh. Hofrat Professor Dr. R.
(1890) München, Schackstr. 2.
110. Hess, Professor Dr. W. (1890) Hannover.
111. Hesse, Professor Dr. R. (1898) Berlin N. 4, Invalidenstr. 42,
Landwirtsch. Hochschule.
112. v. Heyden, Professor Dr. L., Major a. D. (1890) Bockenheim-Frankfurt a. M.
113. *Heymons, Professor Dr. Richard (1892) . Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Museum.
114. *Hilger, Dr. C. (1891) Essen, Chausseestr. 12/14.
115. Hilzheimer, Dr. M., Privatdozent a. d. Tech-
nischen Hochschule (1906) Stuttgart, Naturalienkabinett.

116. Hirsch, Dr. Erwin (1913) Jena, Zoolog. Institut.
117. *Hofer, Professor Dr. Bruno (1894) München, Veterinärstr. 6.
118. Hoffmann, Dr. K. R. (1908) Basel, St.-Alban-Anlage 27,
Schweiz.
119. *Hoffmann, Prof. Dr. R. W. (1899) Göttingen, Zoolog. Institut.
120. *Holtzinger-Tenever, Hans (1913) Tenever bei Hemelingen
(Bremen).
121. Hoyle, William E., Direktor of the National
Museum of Wales (1903) Cardiff, England.
122. Hüeber, Dr. Th., Generaloberarzt a. D. (1903) Ulm, Heimstr. 7.
123. Imhof, Dr. O. Em. (1890) Windisch-Aargau b. Brugg
i. Schweiz.
124. Jacobi, Professor Dr. Arnold, Direktor des
Kgl. Zoolog. Museums (1901) Dresden-Altstadt, Zwinger.
125. *Jaekel, Professor Dr. O. (1893) Greifswald, Geolog. Institut.
126. *Janet, Charles, Ingénieur des Arts et Manu-
factures (1897) Beauvais-Oise, Villa des Roses,
Frankreich.
127. Janson, Prof. Dr. O. (1909) Cöln a. Rh., Naturhist. Museum.
128. Japha, Dr. Arnold, Privatdozent (1907) Halle a. S., Zoolog. Institut.
129. Jollos, Dr. Victor (1911) Berlin, Institut für Infektions-
krankheiten.
130. Jordan, Prof. Dr. H. (1902) Tübingen, Mühlstraße 14.
131. Jordan, Dr. K., Zoolog. Museum (1901) Tring, Herts., England.
132. Kaiser, Dr. Joh. (1891) Leipzig-Lindenau, Merseburger
Straße 127.
133. Kathariner, Professor Dr. L. (1902) Freiburg, Schweiz.
134. Kautzsch, Dr. G. Privatdozent (1910) Kiel, Zoolog. Institut.
135. *v. Kennel, Professor Dr. J. (1891) Jurjew (Dorpat), Rußland.
136. *Klinkhardt, Dr. Werner (1907) Leipzig, Turnerstr. 22.
137. *Klunzinger, Professor Dr. C. B. (1890) Stuttgart, Hölderlinstr.
138. Kobelt, Professor Dr. W. (1890) Schwanheim a. M.
139. *v. Koch, Professor Dr. G. (1890) Darmstadt, Victoriast. 49.
140. *Kohl, Dr. C. (1891) Stuttgart, Kriegsbergstr. 15.
141. *Köhler, Dr. Aug. (1892) Jena, Löbdergraben 11.
142. Köhler, Professor Dr. R. (1897) Lyon, 29 rue Guilloud, Frank-
reich.
143. *Kolbe, Professor H. J. (1892) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Museum für Naturkunde.
144. *Kollmann, Professor Dr. J. (1890) Basel, St. Johann 88, Schweiz.
145. *König, Professor Dr. A. (1890) Bonn, Koblenzer Str. 164.
146. *Korschelt, Geh. Regierungsrat, Professor
Dr. E. (1891) Marburg (Bez. Cassel).
147. Kraepelin, Professor Dr. C., Direktor des
Naturhistorischen Museums (1897) Hamburg, Lübecker Str. 29.
148. Krauß, Dr. H. A. (1896) Tübingen, Kaiserstr. 6.
149. Krimmel, Dr. Otto, Professor am höheren
Lehrerinnen-Seminar (1908) Stuttgart, Neckarstr. 39 A

150. Krüger, Dr. (1911) Berlin N. 4, Landwirtsch. Hochschule, Zoolog. Institut.
151. *Kühn, Dr. A., Privatdozent (1908) . . . Freiburg i. B., Reiterstr. 10.
152. Kükenthal, Professor Dr. W. (1893) . . . Breslau, Zoologisches Institut, Sternstraße.
153. Künkel, Carl, Schulkommissär (1900) . . . Mannheim, Karl-Ludwigstr. 3u.
154. *v. Künssberg, Dr. Katharina Freifrau (1910) Heidelberg, Bergstr.
155. Kuttner, Dr. Olga Fr. (1911) Halle a. S., Zoolog. Institut.
156. Lameere, Professor Dr. Aug. (1896) . . . Brüssel, 10 Avenue du Haut Pont, Belgien.
157. Lampert, Oberstudienrat Prof. Dr. K. (1895) Stuttgart, Naturalienkabinett.
158. *Lang, Professor Dr. A. (1890) Zürich IV Oberstr. 50, Rigistr. 50, Schweiz.
159. Langhoffer, Professor Dr. Aug. (1901) . . Zagreb (Kroatien), Österreich.
160. *Lauterborn, Professor Dr. R. i. Heidelberg (1895) Ludwigshafen a. Rh.
161. Lehmann, Professor Dr. Otto, Museumsdirektor (1902) Altona.
162. Leiber, Dr. A. (1903) Breisach i. B.
163. v. Lendenfeld, Professor Dr. R. (1892)¹⁾ . Prag, Österreich.
164. v. Linden, Professor Dr. Maria Gräfin (1902) Bonn a. Rh., Quantiusstr. 13.
165. List, Professor Dr. Th., Landesmuseum und Technische Hochschule (1903) Darmstadt, Stiftstr. 29.
166. *Löhner, Dr. med. et phil. Privatdozent, Leopold (1912) Graz, Physiolog. Institut der Universität, Steiermark.
167. Lohmann, Professor Dr. H. (1907) Hamburg, Naturhist. Museum.
168. *Looss, Professor Dr. A. (1891) Cairo, School of Medicine, Ägypten.
169. *Ludwig, Geh. Regierungsrat Professor Dr. H. (1890) Bonn, Colmanstr. 32.
170. *Lühe, Professor Dr. M. (1895) Königsberg i. Pr., Tragheimer Pulverstr. 4a.
171. *Maas, Professor Dr. O. (1891) München, Zoolog. Institut, Alte Akademie.
172. *Malsen, Dr. Hans Freiherr von (1906) . . Malseneck, Post Kraiburg, Bayern.
173. Marcus, Dr. K. (1912) Hamburg 22, Richardstr. 45.
174. *v. Marenzeller, Dr. Emil (1890) Wien VIII, Tulpengasse 5, Österreich.
175. Mark, Professor Dr. E. L. (1911) Cambridge, Mass. Harvard Univ. Zool. Labor., U. S. A.
176. Martin, Dr. Paul, Professor der Tieranatomie an der Universität (1902) Gießen.
177. *Martini, Dr. E., (1906) Hamburg, Tropenhygienisches Institut.
178. Matschie, Paul, Professor (1899) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43, Zoolog. Museum.

¹⁾ Gestorben Anfang Juli 1913.

179. *Matzdorff, Dr. C., Direktor der V. Real-
schule (1891) Berlin NW. 5, Stephanstr. 2.
180. *Meisenheimer, Professor Dr. Joh. (1897) Jena, Zoolog. Institut.
181. *Merton, Dr. Hugo (1907) Heidelberg, Zoolog. Institut.
182. Metzger, Geh. Regierungsrat Professor Dr. A.
(1890) Hann.-Münden, Bismarckstr. 7.
183. Meyer, Dr. Werner (1910) Hamburg 11, Hopfenmarkt 16.
184. *Michaelson, Professor Dr. W. (1897) Hamburg, Naturhist. Museum.
185. Milani, Oberförster Dr. Alfons (1893) Eltville.
186. Moser, Dr. F. Hoppe-, Frau (1911) Berlin-Wilmersdorf, Kaiser-
allee 222.
187. *Mrázek, Professor Dr. Alois (1896), Zool.
Inst. d. Böhm. Universität Prag II, Karlov, Österreich.
188. *Müller, Professor Dr. G. W. (1892) Greifswald, Brinkstr. 3.
189. Müller, Dr. K., Meereslaborat. (1912) Kiel, Karlstr. 42.
190. Nachtsheim, Dr. H. (1913) München, Alte Akademie,
Zoolog. Institut.
191. *Nalepa, Regierungsrat, Professor Dr. A. (1891) Baden b. Wien, Epsteingasse 3,
Österreich.
192. Neresheimer, Dr. Eugen, Abteilungsvorstand
an der K. K. Landwirtschaftl. Chem.
Versuchsstation (1903) Wien II, Trunner Str. 3,
Österreich.
193. Neubauer, Dr. R. (1912) Krosigk, Saalkreis.
194. *Nieden, Dr. Fritz (1909) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Museum.
195. Nüßlin, Hofrat Professor Dr. O. (1895) Karlsruhe, Parkstr. 9.
196. *Obst, Dr. Paul (1904) Berlin W. 57, Winterfeldstr. 12.
197. Odhner, Prof. Dr. F. (1912) Upsala, Universität, Schweden.
198. *Oka, Professor Dr. Asajiro (1896) Tokyo, Japan, Koto Shihan-
Gakko.
199. *Ortmann, Dr. Arnold E. (1890) Pittsburg, Pa., Carnegie Mu-
seum, Shenley Park, U.S. A.
200. *Pappenheim, Dr. P. (1906) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoologisches Museum.
201. Pauly, Professor Dr. A. (1894) München, Öttingenstr. 36 II.
202. *Penther, Dr. A. (1898) Wien I, k. k. Hofmuseum,
Burgring 7, Österreich.
203. *Petersen, Mag. Wilh., Direktor der Petri-
Realschule (1892) Reval, Rußland.
204. *Petrunkevitch, Dr. Alexander, (1903) New Haven, Connecticut,
266 Livingston Str., U. S. A.
205. *Pfeffer, Professor Dr. Georg (1893) Hamburg, Naturh. Museum.
206. Piesberger, Sanitätsrat Dr. med. F., (1908) Stuttgart, Schellingstr. 19.
207. Pintner, Prof. Dr. Th., (1912) Wien, I. Zoolog. Inst. Univer-
sität, Österreich.
208. *Plate, Professor Dr. L., Direktor des Zoolog.
Instituts (1890) Jena.

209. *Poche, F. (1911) Wien VIII, Schlösselgasse 11,
Th. 11, Österreich.
210. Popofsky, Dr. Oberlehrer (1912) Magdeburg, Bötticherstr. 36.
211. Prell, Dr. H. (1908) Tharandt, Forstakademie.
212. Priemel, Dr. Kurt, Direktor des Zoolog.
Gartens (1909) Frankfurt a. M.
213. Prowazek, Dr. Stanislaus Edler v. Lanov (1903) Hamburg, Institut für Schiffs-
u. Tropenkrankheiten.
214. Pütter, Professor Dr. A. (1900) Bonn a. Rh., Physiolog. Institut.
215. Rauther, Dr. Max (1905) Neapel, Acquario, Italien.
216. Rawitz, Professor Dr. B. (1890) Charlottenburg, Waitzstr. 7.
217. Reh, Dr. L. (1902) Hamburg, Naturhistor. Museum.
218. Reibisch, Prof. Dr. J., Zoolog. Institut (1907) Kiel, Adolfstr. 59 I.
219. Reichenow, Dr. Eduard (1912) z. Z. Ajoshöhe b. Akonolinga,
Kamerun.
220. *Reichensperger, Dr. A., Privatdozent (1911) Bonn a. Rh., Zoolog. Institut.
221. *Rengel, Professor Dr. C. (1900) Berlin-Schöneberg, Stierstr. 19.
222. Reuß, Dr. Hans, Biologe am Hygienischen
Institut (1906) Bremen.
223. *Rhumbler, Professor Dr. L. (1893) Hann.-Münden, Forstakademie.
224. Richters, Prof. Dr. Ferd. (1890) Frankfurt a. M., Wiesenau 22.
225. Roewer, Oberlehrer Dr. C. Fr. (1913) Bremen, Am Weidedamm 5.
226. Rohde, Professor Dr. E. (1905) Breslau, Zoolog. Institut.
227. *v. Rothschild, Baron Dr. W. (1900) Tring, Herts., England.
228. Roux, Dr. Jean, Custos am Naturhist. Mu-
seum (1909) Basel, Schweiz.
229. *Roux, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Wilh. (1895) Halle a. S., Anat. Institut.
230. Sachse, Dr. R., (1912) Kgl. Bayr. Teichwirtsch.
Versuchsstation Wielenbach b. Weilheim, Ober-
Bayern.
231. *Samter, Dr. M. (1900) Berlin-Halensee, Friedrichs-
ruher Str. 21.
232. *Sarasin, Dr. Fritz (1890) Basel, }
233. *Sarasin, Dr. Paul (1890) Basel, } Spitalstr. 22, Schweiz.
234. Schalow, Prof. H. (1912) Berlin-Grunewald, Hohen-
zollerndamm 50.
235. *Schaxel, Dr. Jul., Privatdozent und Assistent
am Zoolog. Institut (1910) Jena.
236. *Schauninsland, Prof. Dr. H., Direktor (1890) Bremen, Humboldtstr.
237. Schellack, Dr. C. Berlin-Gr.-Lichterfelde-West,
Reichsgesundheitsamt.
238. Schleip, Prof. Dr. Waldemar (1906) Freiburg i. Br., Zoolog. Institut.
239. Schmeil, Professor Dr. O. (1906) Heidelberg, Schloß Wolfs-
brunnenweg 29.
240. *Schmidt, Privatdozent Dr. W. J. (1909) Bonn a. Rh., Zoolog. Institut.
241. *Schmitt, Prof. Dr. F. (1902) München, Tierärztl. Hochsch.,
Veterinärstr. 6.
242. *Schröder, Dr. Olaw (1906) Heidelberg, Blumenthalstr. 26.

243. Schuberg, Regierungsrat Professor Dr. A.
(1890) Berlin-Gr.-Lichterfelde-West,
Knesebeckstr. 7.
244. *Schubotz, Dr. H. (1913) Hamburg, Naturhistorisches
Museum.
245. *Schuckmann, Dr. W. v. (1909) Berlin-Lichterfelde-W., Reichs-
Gesundheitsamt.
246. Schultze, Professor Dr. L. S. (1897) Marburg (Bez. Cassel).
247. *Schulze, Geh. Regierungsrat Professor Dr.
F. E. (1890) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Institut.
248. Schulze, Dr. P., Assistent am Zoolog. Institut Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Institut.
249. Schwalbe, Professor Dr. G. (1890) Straßburg i. E., Schwarzwald-
straße 39.
250. Schwangart, Prof. Dr. F. (1903), Leiter der
Zoolog. Station der Kgl. Versuchsan-
stalt für Wein- und Obstbau in Neu-
stadt a. d. H., Privatdozent in Karlsruhe Neustadt a. Haardt (Rheinpfalz).
251. *Seitz, Professor Dr. A. (1891) Darmstadt, Bismarckstr. 59.
252. *de Selys Longchamps, Dr. Marc (1911) Brüssel, 61 Avenue Jean Linden,
Belgien.
253. *Semon, Professor Dr. R. (1893) München, Hohenzollernstr. 130.
254. *Simroth, Professor Dr. H. (1890) Leipzig-Gautzsch, Kregelstr. 12.
255. Soldanski, H. (1912) Berlin N. 4, Zoolog. Museum,
Invalidenstr. 43.
256. Spemann, Professor Dr. Hans (1900) Rostock, Zoolog. Institut.
257. *Spengel, Geh. Hofrat Professor Dr. J. W.
(1890) Gießen.
258. *Spuler, Professor Dr. A. (1892) Erlangen, Heuwaagstr.
259. *Steche, Dr. med. et phil., Privatdozent (1907) Leipzig, Zoolog. Institut.
260. Stechow, Dr. Eb. (1910) München, Zoolog. Sammlungen,
Alte Akademie.
261. Steier, Dr. Karl (1913) Lübeck, Hüxtertor-Allee 23.
262. *Steindachner, Hofrat Dr. Franz (1890) Wien I, Burgring 7, k. k. Hof-
museum, Österreich.
263. Steinhaus, Dr. Otto, Assistent am Naturhist.
Museum (1899) Hamburg, Naturhist. Museum,
Steinthorwall.
264. Steinmann, Prof. Dr. Paul (1908) Aarau, Kantonschule, Schweiz.
265. *Stempell, Professor Dr. W. (1899) Münster i. W.
266. *Steuer, Professor Dr. Adolf, k. k. Zoolog.
Institut der Universität (1906) Innsbruck, Tirol.
267. *Stiles, Prof. Dr. Charles Wardell (1894) Washington, D. C., U. S. A.
Public Health and Marine
Hospital Service Hygienic
Laboratory.
268. *Stitz, Herm., Lehrer (1900) Berlin NW., Essener Str. 4.

269. *zur Strassen, Professor Dr. O., Direktor des
Senckenbergischen Museums (1895) . . . Frankfurt a. M., Senckenbergi-
sches Museum, Victoria-
allee 7.
270. *Strodtmann, Direktor Dr. S. (1897) . . . Wilhelmsburg a. Elbe.
271. *Strohl, Dr. Hans (1909) Zürich, Zoolog. Institut,
Schweiz.
272. Strubell, Professor Dr. Ad. (1891) Bonn, Niebuhrstr. 51.
273. Studer, Professor Dr. (1911) Bern, Zoolog. Anstalt.
274. *v. Stummer-Traunfels, Prof. Dr. Rud. (1896) . . . Graz, Zoolog. Institut, Steier-
mark.
275. Sturany, Dr. R., Kustos am k. k. Natur-
histor. Hofmuseum (1900) Wien I, Burgring 7, Österreich.
276. Süßbach, Dr. phil. (1905) Breslau, Alexanderstr. 23.
277. Taschenberg, Professor Dr. O. (1890) . . . Halle a. S.
278. Teichmann, Dr. E. (1902) Frankfurt a. M., Steinlestr. 33.
279. Thesing, Dr. Curt (1906) Leipzig, Verlag Veit & Co.
280. *Thiele, Professor Dr. Joh. (1891) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Museum.
281. *Thienemann, Privatdozent Dr. Aug. (1912) . . . Münster i. W., Landwirtschaft-
liche Versuchsstation.
282. *Thorsch, Dr. Emil, Assistent am Anatom.
Institut der Deutschen Universität (1909) . . . Prag, Österreich.
283. Tönniges, Prof. Dr. Carl, Assistent am
Zoolog. Institut (1902) Marburg (Bez. Cassel).
284. Tornier, Professor Dr. G. (1905) Berlin N. 4, Zoolog. Museum,
Invalidenstr. 43.
285. Ude, Prof. Dr. (1911) Hannover, Lavesstr. 28 III.
286. *Vanhöffen, Professor Dr. E. (1897) . . . Berlin N. 4, Zoolog. Museum,
Invalidenstr. 43.
287. Vejdvoský, Professor Dr. F. (1900) Prag, Zoolog. Instit. Böhm.
Universität, Österreich.
288. Versluys, Professor Dr. J., Zoolog. Institut
(1907) Gießen, Wilhelmstr. 41.
289. Voeltzkow, Prof. Dr. A. (1911) Berlin W. 30, Luitpoldstr. 3 III.
290. *Voigt, Professor Dr. W. (1890) Bonn, Maarflachweg 4.
291. Voß, Dr. Friedrich, Privatdozent, Assistent
am Zoolog. Institut (1906) Göttingen.
292. v. Voß, Dr. H. (1911) Straßburg i. E., Zoolog. Instit.
293. Vosseler, Professor Dr. J., Direktor des
Zoologischen Gartens (1900) Hamburg, Zoolog. Garten.
294. Wagner, Dr. K. (1911) Riga (Rußland), Mühlenstr. 60.
295. *v. Wagner, Professor Dr. Fr. (1890) . . . Graz, Steiermark, Zool. Institut.
296. *Wahl, Professor Dr. Bruno, k. k. Land-
wirt.-bakteriol. Pflanzenstation (1900) . . . Wien II, Trunnerstr. 1,
Österreich.
297. *Wasmann, E. S. J. (1891) Valkenburg (L.) Holland,
Ignatius-Kolleg.

298. Weber, Dr. L., Sanitätsrat, Leitender Arzt
am Krankenhaus vom Roten Kreuz (1904) Kassel.
299. *Weber, Professor Dr. Max (1890) Eerbeek, Holland.
300. *Weismann, Wirkl. Geh. Rat, Exzellenz,
Professor Dr. A. (1890) Freiburg i. B.
301. *Weltner, Professor Dr. W. (1890) Berlin N. 4, Invalidenstr. 43,
Zoolog. Museum.
302. Wenck, Prof. Wilhelm (Löbbecke-Museum,
Naturhistorische Sammlung der Stadt
Düsseldorf), Oberlehrer (1906) Düsseldorf-Grafenburg, Burg-
müllerstr. 16.
303. Wilhelmi, Prof. Dr. J., wiss. Mitglied d. Kgl.
Landesanstalt für Wasserhygiene (1906) Berlin-Dahlem.
304. Will, Professor Dr. L. (1890) Rostock.
305. *Winter, F. Dr. (1901) Frankfurt a. M., Lithogra-
phische Kunstanstalt Werner
und Winter.
306. Wolf, Dr. Eugen (1904) Süßen, Württemberg.
307. Wolff, Dr. Max (1910) Bromberg-Schötersdorf,
Promenadenstr. 12 I.
308. *Woltreck, Professor Dr. Rich. (1897) Leipzig-Gautzsch, Weberstr.
309. *Wolterstorff, Dr. W., Kustos (1890) Magdeburg, Domplatz 5.
310. Wülker, Dr. G. (1912) Heidelberg, Institut für Krebs-
forschung.
311. *Wunderlich, Dr. Ludw., Direktor des Zoolog.
Gartens (1897) Köln-Riehl.
312. Zacharias, Professor Dr. O. (1907) Plön-Holstein, Biolog. Station.
313. *Zarnik, Dr. Boris, Privatdozent (1909) Würzburg, Zoolog. Institut.
314. *Zelinka, Professor Dr. K. (1890) Czernowitz, Österreich.
315. *Ziegler, Professor Dr. H. E. (1890) Stuttgart, Techn. Hochschule.
316. *Zimmer, Prof. Dr. Carl, 2. Direktor (1902) München, Alte Akademie,
Zoolog. Staatssammlg.
317. *Zschokke, Professor Dr. Fr. (1890) Basel, Zool. Anstalt, Schweiz.
318. *Zugmayer, Dr. Erich (1909) München, Alte Akademie,
Zoolog. Staatssammlung.

B. Außerordentliche Mitglieder.

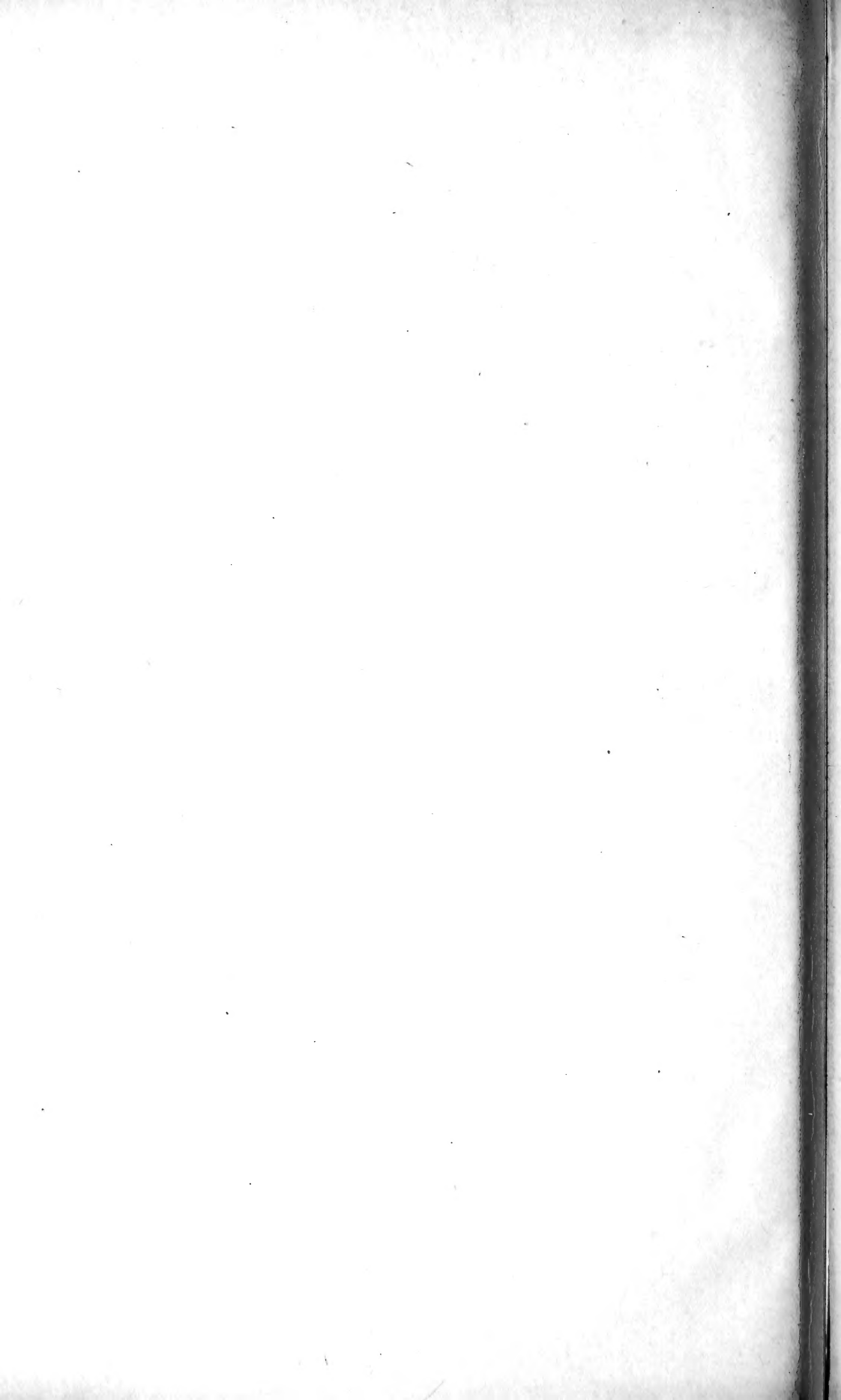
219. Junk, W., Verlagsbuchhändler (1913) Berlin W. 15, Sächsische Str. 68.
320. Nägele, Erwin, Verlagsbuchhändler (1904) Stuttgart, Johannesstr. 3.
321. Sproesser, Dr. Th., Verlagsbuchhändler
(Schweizerbartsche Verlagsbuchhandl.
1909) Stuttgart.
322. Kgl. Universitätsbibliothek (1911) Bonn a. Rh.
323. Kgl. Universitätsbibliothek (1913) Göttingen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Verzeichnis der anwesenden Mitglieder und Gäste	3
Kurze Übersicht über den Verlauf der Versammlung	4
Eröffnung der Versammlung und Begrüßungen	5
Geschäftsbericht des Schriftführers und Wahl der Rechnungsrevisoren . .	13
Referat des Herr Prof. Meisenheimer: Äußere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen	18
Vortrag des Herrn Dr. Thienemann: Die Salzwassertierwelt Westfalens	56
Vortrag des Herrn Prof. Spengel: Über die Organisation und Systematik der Gattung <i>Sipunculus</i>	68
Diskussion: Herr Dr. Thienemann	78
Demonstration des Herrn Dr. Hartmeyer: Über eine mehr als 2 m lange <i>Ascidie</i> (nur Titel)	78
Demonstration des Herrn Dr. Krüger: Eine elektive Färbung der Binde- substanzen	78
Wahl des nächsten Versammlungsortes	79
Provisorische Vorstandswahl	79
Beratung über die Anträge des Vorstandes auf Abänderung der Statuten .	79
Bericht des Herausgebers des „Tierreich“, Herrn Prof. F. E. Schulze .	82
Vortrag des Herrn Prof. Escherich: Die gegenwärtige Lage der an- gewandten Entomologie in Deutschland und Vorschläge zu ihrer Verbesserung	83
Diskussion: Herr Prof. Heymons, Schwangart, Alfken, Escherich und Brauer	101
Vortrag des Herrn Prof. van Bemmelen: Die Puppenzeichnung bei <i>Rhopa- loceren</i> in ihren Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Ima- gines	106
Diskussion: Herr Prof. Heincke	117
Vortrag des Herrn Dr. Voss: Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten	118
Demonstration des Herrn Prof. Wilhelmi: Instrumentarium zur Entnahme biologischer Wasserproben, Planktonpumpen usw. (nur Titel) . . .	143
Vortrag des Herrn Prof. Lohmann: Über <i>Coccolithophoriden</i>	143
Vortrag des Herrn Dr. Schulze: Über Chitinstrukturen	165
Vortrag des Herrn Prof. Häpke: Die Fischpässe am Weserwehr bei Bremen und Aufstieg der Aalbrut	195
Bericht der Rechnungsrevisoren	197
Beratung über die Anträge des Deutschen Ausschusses für den mathema- tischen und naturwissenschaftlichen Unterricht	197

Beratung über den Antrag des Vorstandes der Gesellschaft Deutscher Natur-	
forscher und Ärzte	198
Abstimmung über die Anträge auf Abänderung der Statuten	199
Vortrag des Herrn Dr. Erhard: Der Flug der Tiere	201
Diskussion: Herr Dr. Hase, Voss und Erhard	225
Vortrag des Herrn Prof. Bresslau: Über das spezifische Gewicht des	
Protoplasmas und die Wimperkraft der <i>Turbellarien</i> und <i>Infusorien</i>	226
Diskussion: Herr Dr. Strodtmann und Thienemann	232
Vortrag des Herrn Dr. Martini: Über die systematische Stellung der	
<i>Nematoden</i>	233
Vortrag des Herrn Prof. G. Entz jun.: Cytologische Beobachtungen an	
<i>Polytoma</i>	249
Demonstration des Herrn Dr. Prell: <i>Proturen</i>	253
Schluß der Versammlung	257
Statuten der Gesellschaft	258
Mitgliederverzeichnis	262







3 2044 118 635 648

Date Due

JAN 17 1957
APR 24 1962

JAN 17 1966

